COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études sur la rotation du Soleil;* par M. H. Faye.

« La théorie de la constitution physique du Soleil, que j'ai proposée il y a de longues années, et qui a été favorablement accueillie par les astronomes, comprend le mode d'alimentation de la photosphère, la constance actuelle de sa radiation, la raison des courants rétrogrades, parallèles à l'équateur, qui déterminent la singulière rotation du Soleil, l'assimilation des taches et des pores aux cyclones et aux trombes terrestres, ce qui nous a conduit à réformer la météorologie dynamique; la structure des taches, leur multiplication par voie de segmentation, enfin la circulation de l'hydrogène, d'où dérivent, sur la photosphère, la production des facules, et, au delà de la chromosphère, le magnifique épanouissement des

protubérances quiescentes (dues aux pores) ou éruptives (dues aux taches). Cette théorie est basée, pour sa partie mécanique, sur la découverte de la singulière rotation du Soleil (Carrington), pour laquelle j'ai trouvé la loi suivante (ξ vitesse angulaire diurne; φ latitude héliocentrique) :

$$\xi = 862' - 186' \sin^2\varphi = 14^\circ,37 - 3^\circ,10 \sin^2\varphi.$$

La constante $14^\circ,37$ représente la rotation à l'équateur, et le terme $- 3^\circ,10 \sin^2\varphi$ est la vitesse des courants rétrogrades dont l'effet est de ralentir progressivement cette rotation de l'équateur aux pôles.

» Mais la méthode employée depuis trois siècles (l'observation des taches) présente des lacunes graves. Il n'y a presque jamais de taches vers 45° de latitude; à partir de 50° jusqu'aux pôles, il n'y en a jamais. Dans ces régions, on ne trouve que des pores presque invisibles, des facules inobservables et des protubérances nuageuses ou quiescentes situées hors de la photosphère.

» Bien plus, à chaque période, on rencontre une série de mois pendant lesquels les taches se raréfient en se retirant vers les basses latitudes, puis viennent de longs jours où les grands phénomènes tourbillonnaires disparaissent de toute la surface du Soleil. Les pores cessent de se développer et de donner naissance à des taches.

» De là la difficulté de faire une étude continue du Soleil et en particulier de rattacher à la théorie la périodicité undécennale et la singulière distribution mobile des taches dans les différentes zones où elles se produisent. Pour combler ces lacunes, il faudrait avoir autre chose à observer que les taches.

» Dans ces derniers temps, deux observateurs distingués ont tenté des voies nouvelles. L'un, M. Wilsing, de Potsdam, a substitué, à l'observation nécessairement intermittente des taches, celle des facules dont on voit toujours quelques exemplaires sur le Soleil. L'autre, M. Dunér, Directeur de l'observatoire d'Upsal, a adopté la méthode spectroscopique, qui doit son origine à une belle suggestion de M. Fizeau, et qu'on peut appliquer en tout temps à l'étude de la rotation du Soleil. Je me propose de rendre compte à l'Académie de leurs Mémoires et de rechercher ce qu'on peut en tirer pour confirmer et surtout pour étendre les notions précédentes.

» Disons tout d'abord que le travail du Dr Wilsing (1) paraît avoir été

(1) *Astronomische Nachr.*, n° 2852; 10 août 1888.

inspiré moins par le désir de compléter nos moyens d'information que pour raviver une théorie aujourd'hui bien oubliée, celle de M. Kirchhoff. Cette théorie a eu le désavantage d'être une traduction par trop littérale des belles observations d'analyse spectrale de l'illustre physicien. Le phénomène capital du Soleil, c'est l'énorme dégagement de chaleur qui s'effectue par l'intermédiaire de la photosphère ([1]). De là résultent sa constitution mécanique, c'est-à-dire les courants de convection internes, la modification qui en résulte dans sa rotation, c'est-à-dire les courants rétrogrades de sa surface, etc. Les raies du spectre, malgré l'immense importance que leur ont donnée les travaux de M. Kirchhoff, n'y sont pour rien. En les prenant, au contraire, pour point unique de départ, M. Kirchhoff a été conduit à l'idée que le Soleil devait être une masse solide ou liquide incandescente, entourée d'une vaste atmosphère contenant des vapeurs de tous les métaux dont les raies se voient renversées dans le spectre. Dès lors les taches ne pouvaient être que des nuages formés dans cette atmosphère par la condensation accidentelle de ces vapeurs métalliques, les facules et les protubérances de simples résultats d'éruptions volcaniques, comme les nôtres, se reproduisant à des époques plus ou moins irrégulières aux mêmes points. Par ainsi, la théorie est complète; il ne reste plus que peu de chose à faire, c'est de prouver aux astronomes qu'ils ont eu tort de s'adresser à de simples nuages pour étudier la rotation du Soleil. En choisissant des repères inhérents à la surface même de cet astre, les facules par exemple, on doit trouver que cette rotation a partout la même vitesse angulaire, comme celle de la Terre et de toutes les planètes.

» C'est ce qu'a fait M. le D[r] Wilsing. Malheureusement pour cette conception, les taches ne sont pas des nuages, mais des accidents du corps même du Soleil, comme les facules, avec cette différence que celles-ci sont en saillie et celles-là en creux. Les facules donneraient donc les mêmes résultats que les taches pour la rotation, si elles pouvaient être observées d'une manière un peu passable. Mais il suffit de jeter un coup d'œil sur le Soleil pour voir que ces facules sont des plaques ou des marbrures lumineuses à contours très irréguliers; elles ne présentent nulle part de points sur lesquels on puisse diriger une lunette; aussi, depuis près de trois siècles qu'on observe le Soleil pour en étudier la rotation, personne n'a eu l'idée de se servir de facules comme de points de repères.

» Ajoutez à cela que ces facules ne sont bien visibles que sur les bords

---

([1]) Un milliard six cents millions de calories par jour et par mètre carré.

du disque solaire. Elles sont très difficiles à retrouver lorsque, après une rotation complète, elles ont regagné leur place première, avec des contours différents et au milieu de facules nouvelles. Il y a là une telle cause d'incertitude que l'observateur est exposé à aboutir inconsciemment à tout résultat dont il aura eu l'esprit prévenu. Et, comme il lui faudra s'aider d'une première évaluation antérieure de la rotation, ce sera cette évaluation qu'il retrouvera probablement au bout de ses mesures et de ses calculs.

» Je ne crois pas faire tort au savant auteur de ce Mémoire en lui appliquant ces réflexions. Partant de la rotation équatoriale, déterminée par M. Spoerer, à Potsdam, au moyen des taches, malgré la condamnation portée contre ces prétendus nuages, c'est-à-dire de $25^j,2340$, il a trouvé par ses facules, à toute latitude, des nombres oscillant entre $25^j,12$ et $25^j,26$. Il en a conclu que les causes inconnues qui meuvent les taches sont confinées dans une mince couche de l'atmosphère, tandis que le corps même du Soleil tourne tout d'une pièce comme la Terre ([1]). Justement, ce sont là les idées de M. Kirchhoff, auxquelles l'auteur se trouve ramené par un long détour.

» Passons maintenant au second Mémoire sur la rotation du Soleil, celui de M. Dunér ([2]). L'analyse spectrale nous donne aujourd'hui une autre méthode, indépendante des accidents de la photosphère, qui permet de mesurer directement et en tout temps la vitesse de rotation sur les bords du disque solaire ([3]). M. Dunér y a employé un admirable réseau de diffraction de Rowland, adapté au réfracteur de l'observatoire de Lund. Ce spectroscope est d'une puissance optique telle qu'on peut, avec son aide, mesurer la différence de longueur d'onde de raies voisines à $\frac{1}{5000}$ près

---

([1]) C'est le Mémoire que M. Vicaire a signalé récemment à l'attention de la Société philomathique, dans la séance du 27 juin dernier, en ces termes : « Contrairement à ce qui a été observé depuis longtemps pour les taches, les facules accusent la même durée de rotation pour les diverses zones solaires, quelle qu'en soit la latitude. M. Vicaire rappelle qu'il avait signalé, il y a longtemps, ce qu'il y avait d'arbitraire à conclure, de la seule observation des taches, aux mouvements généraux de la photosphère. » M. Vicaire ne connaissait pas, sans doute, le Mémoire dont il va être question.

([2]) *Astron. Nachr.*, n° 2968; 21 mai 1890.

([3]) Bien que la vitesse de rotation du Soleil à l'équateur (2^{km} par seconde) ne produise qu'un bien faible déplacement dans les raies du spectre d'environ $\frac{1}{100}$ de la distance des raies D_1 et D_2, ce déplacement avait déjà été mesuré d'une manière satisfaisante, mais à l'équateur seulement, par plusieurs observateurs, Zoellner, Vogel, Langley, Yung.

de l'unité de ces longueurs. L'auteur a suivi, d'ailleurs, la méthode indiquée par M. Thollon dans le Tome II des *Annales de l'observatoire de Nice*, page D.4. Cette méthode consiste à prendre pour repère des raies telluriques (non affectées par la rotation) encadrées par des raies du fer très voisines, appartenant au Soleil et susceptibles, par conséquent, d'être déplacées par cette même rotation. On peut ainsi obtenir, par des mesures différentielles très précises, les déplacements des raies du fer sur les deux bords opposés du Soleil, en différents points du disque, depuis l'équateur jusqu'à 75° de latitude, bien au delà des régions où les taches nous avaient permis d'en étudier la rotation. Des observations de ce genre, au nombre de 635, ont été faites à Lund pendant les étés de 1887, 1888 et 1889. Sans doute, les déviations à mesurer étaient bien petites, mais l'appareil spectroscopique était d'une puissance rare, les mesures nombreuses et la méthode exempte d'erreur.

» Pour abréger, je cite seulement les valeurs moyennes correspondantes à diverses zones du Soleil, en désignant par φ la latitude héliocentrique, par v la vitesse de rotation en kilomètres, par $\xi\cos\varphi$ la vitesse angulaire diurne qu'on en déduit exprimée en arc de grand cercle, par n le nombre des observations :

φ.	v.	$\xi\cos\varphi$.	n.
°		°	
0,4	1,98	14,14	107
15,0	1,85	13,19	104
30,0	1,58	11,31	104
45,0	1,19	8,48	106
60,0	0,74	5,31	107
74,8	0,34	2,45	107

» Si l'on compare ces résultats avec ceux de la formule ci-dessus, que j'ai déduite moi-même de sept années d'observation de M. Carrington, c'est-à-dire avec l'expression

$$\xi = 14^\circ,367 - 3^\circ,10 \sin^2\varphi,$$

on trouve

φ.	$\xi\cos\varphi$ (anal. spectrale).	$\xi\cos\varphi$ (taches).
°	°	°
0,4	14,14	14,37
15,0	13,19	13,68
30,0	11,31	11,77
45,0	8,48	9,07
60,0	5,31	6,02
74,8	2,45	3,01

» Sauf des écarts sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, on voit que la loi de la rotation de la photosphère donnée par l'observation des taches est pleinement justifiée par les mesures spectroscopiques, même dans les régions où les taches n'apparaissent jamais. C'est là un événement considérable pour la Science. Il confirme les notions acquises sur la constitution mécanique du Soleil et ouvre la voie à des progrès nouveaux.

» Examinons maintenant ces écarts. Une partie est certainement imputable aux erreurs d'observation. Ainsi, les observations de taches plus récentes faites par MM. Tisserand et Spoerer, avec des moyens de mesure plus exacts que ceux de Carrington, se rapprochent plus des résultats de M. Dunér. A l'équateur, M. Tisserand a trouvé 14°, 29; M. Spoerer a trouvé à différentes époques 14°,27 et 14°,23. Mais une autre partie de ces écarts doit tenir au phénomène lui-même.

» Au fond, le mouvement des taches ne saurait être rigoureusement identique à celui des courants de la photosphère où ces taches se forment et dont elles suivent le fil. Les tourbillons solaires (pores et taches) exécutent en effet un certain travail, celui qui donne lieu à la grandiose circulation de l'hydrogène incandescent que je rappelais plus haut. Ce travail s'exécute aux dépens des inégalités de vitesse des courants superficiels parallèles à l'équateur ([1]). Un de ses résultats consiste à introduire des matériaux froids de la chromosphère jusqu'à une profondeur notable au-dessous de la photosphère et à modifier, par suite, les courants verticaux de convection qui l'alimentent. Il semble donc que les courants de la photosphère et, par suite, la rotation superficielle puissent varier sensiblement avec le nombre, la grandeur et la position des taches, et n'être plus rigoureusement les mêmes aux époques des minima, alors que les taches cessent de se produire. Ces petites mais très importantes variations nous ont échappé jusqu'ici, parce qu'avec la méthode des taches on se trouve désarmé aux époques décisives. Heureusement, cette lacune va être comblée par la méthode spectroscopique, et il faut remarquer ici que les mesures de M. Dunér, en 1889, coïncident justement avec une de ces époques interdites à l'autre méthode. Nous devons le remercier d'avoir ouvert une voie nouvelle pour compléter l'étude de la mécanique intime du Soleil. »

([1]) C'est ainsi que dans nos cours d'eau les tourbillons contribuent à en régulariser et à en ralentir le régime, en absorbant les inégalités de vitesse qu'ils épuisent sur le lit du fleuve (Venturi, Belgrand).

OPTIQUE. — *Sur la photographie des franges des cristaux.* Note de MM. Mascart et Bouasse.

« La photographie des franges de polarisation chromatique, dites *à l'infini*, vues dans un microscope polarisant, présente quelques difficultés qu'il paraît intéressant de signaler.

» Nous avons d'abord cherché sans succès à utiliser la lumière jaune de la soude si facile à produire et qui peut colorer une flamme de grande surface; on réussit mieux par l'emploi d'une lumière très homogène obtenue par une fente étroite installée sur un spectre pur : la fente avait 1^{mm} sur un spectre de $0^m,10$ par exemple. Avec un temps de pose variant de cinq à dix minutes pour des clichés de 25^{cmq}, on obtient alors des épreuves d'une grande netteté. La lumière employée était le vert, le bleu ou le violet, et les plaques au gélatinobromure provenaient de M. Lumière.

» On constate que le nombre et la netteté des franges diminuent très vite avec l'élargissement de la fente. Avec une fente un peu large, les clichés reproduisent fidèlement les conditions de symétrie imposées par le genre de dispersion du cristal.

» Pour simplifier l'installation, nous avons cherché à employer la lumière du thallium dans l'étincelle d'induction. L'expérience a fourni des résultats assez contradictoires dont nous donnerons plus loin l'explication. Bien que la lumière du thallium soit très homogène, au moins pour l'effet produit sur les plaques Lumière, les franges sont tantôt nettes et tantôt invisibles. L'étincelle n'étant pas séparée du reste de l'appareil par une fente, l'éclairement se trouvait produit par un point variable dont le déplacement entraîne un mouvement de son foyer conjugué, que les microscopes polarisants produisent dans le voisinage de la lame cristalline.

» Il est, en effet, nécessaire de préciser à quelles conditions on peut employer une source éclairante réduite à un point, mais variable de position, ou encore une source composée de points lumineux indépendants, sans cesser d'avoir des franges nettes et immobiles.

» Lorsqu'on éclaire le microscope avec une source très réduite, il existe un système de franges à peu près nettes à toute distance, au moins entre certaines limites, mais leur position dépend de celle de la source ou de la forme du faisceau des rayons utilisés. Il est aisé de démontrer que, parmi ces systèmes, un seul jouit de la propriété d'être indépendant

de la position de la source ou de la forme du faisceau; c'est celui qui se produit dans le plan focal principal des lentilles projetantes, c'est-à-dire les franges dites *à l'infini*.

» Ainsi, l'on pourra se servir d'une source lumineuse mobile ou de grande surface à la condition de disposer le cliché rigoureusement au foyer principal du système projetant. La difficulté expérimentale n'est, cependant, pas supprimée, car la construction des microscopes ne permet pas la détermination exacte du foyer principal, et les franges conservent, à l'œil, à peu près la même netteté en deçà et au delà dans des limites étendues.

» Pour résoudre le problème, il suffit d'exagérer le mouvement du point lumineux éclairant; le plan principal cherché sera celui où les franges auront le minimum de déplacement.

» En plaçant, par exemple, un carton percé d'un trou, monté sur une lame flexible devant une flamme colorée par la soude, on détermine le plan ou plutôt la surface du minimum de déplacement pour les franges; si l'on supprime alors le carton, les franges apparaissent nettes sans diaphragme, les trépidations habituelles ont disparu, et l'on obtient des clichés d'une grande beauté. Avec la lumière de la soude, les plaques Attout-Tailfer donnent d'excellents clichés de 25^{cmq} pour une pose de dix à quinze minutes.

» Les mêmes remarques s'appliquent à l'emploi de l'étincelle colorée par le thallium.

» On voit maintenant pour quelles raisons l'emploi d'une fente immobile installée sur un spectre pur a donné immédiatement de bons résultats; on voit aussi que les sources lumineuses doivent être fixes, étroitement diaphragmées, et les faisceaux de rayons émis invariables de forme, si l'on veut des résultats nets, sans un réglage rigoureux des clichés au plan focal principal du système projetant.

» Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie différentes épreuves obtenues par cette méthode, particulièrement une image des courbes isochromatiques continues qui se produisent par l'emploi d'un polariseur et d'un analyseur circulaires et une autre qui représente avec une grande finesse le système compliqué de franges quadrillées que donnent deux sphènes croisés. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la congélation de la viande par les liquides froids.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« Une Commission a été instituée, sous la présidence de M. Berthelot, par le Ministre de la Guerre, pour rechercher les meilleurs moyens de congeler rapidement la viande, et de la conserver à basse température. Elle a dû se préoccuper de l'application à cet usage, dans des circonstances pressantes, des appareils frigorifiques répandus aujourd'hui dans un grand nombre d'établissements industriels. Or, dans la plupart de ces établissements, le froid *est transporté* par un liquide incongelable, par exemple une dissolution de chlorure de calcium, circulant dans une canalisation entre la machine frigorifique et les ateliers ou les appareils qu'il s'agit de refroidir. La question était donc d'employer un tel liquide, le mieux possible, pour congeler la viande.

» Dans l'application du froid à la viande, il faut tout d'abord distinguer deux temps : pendant le premier, aussi court que possible, la viande est congelée dans un appareil spécial ; pendant le second, qui peut durer aussi longtemps qu'il sera jamais nécessaire, la viande gelée est emmagasinée dans une chambre où l'on entretient une température de $-4°$. Il ne sera question dans cette Note que des opérations qui concernent le premier temps.

» Le procédé le plus simple serait de plonger dans le liquide la viande protégée par une enveloppe étanche. Mais, quand on opère de la sorte en grand, sur des demi-bœufs ou des veaux, moutons ou porcs entiers, on constate qu'il faut au moins soixante heures pour obtenir une congélation intégrale.

» Si le fluide réfrigérant était de l'air, il serait permis de le mettre en contact direct avec la viande ; on pourrait d'ailleurs l'animer d'une certaine vitesse et en faire une sorte de bise glaciale. Il est très facile de faire passer le froid d'un courant liquide à un courant d'air sans avoir recours à ces surfaces étendues et coûteuses par lesquelles on a l'habitude de séparer les fluides, eau, vapeur, gaz, qui doivent échanger de la chaleur ; il suffit d'arroser du liquide des fragments de coke entassés dans une tourelle et de forcer l'air à traverser ces fragments. Les échanges thermiques sont alors presque instantanés.

» Ce mode de refroidissement de l'air présente sur les autres l'avantage de supprimer le *givre*. Veut-on refroidir l'air mécaniquement, par com-

pression suivie de détente, son humidité devient une poussière glacée dont il faut le purger. Fait-on circuler l'air à la surface d'appareils tubulaires parcourus à l'intérieur par le liquide froid, les surfaces des appareils se couvrent bientôt d'une couche de glace qui s'oppose aux échanges thermiques. Quand, au contraire, l'air est refroidi au contact direct du liquide, il est en même temps dépouillé par lui de sa vapeur d'eau. Il pourra prendre de l'humidité à la viande; il ne lui en cédera point.

» Mais les échanges thermiques entre l'air et la viande n'ont pas la rapidité et la perfection qui les caractérisent, quand ils se font dans une tourelle à coke, entre un courant d'air et un courant de liquide. Si donc l'air refroidi était incessamment renouvelé, il emporterait avec lui dans l'atmosphère, en pure perte, la majeure partie du froid emprunté au liquide. Il faut que la même masse d'air, renouvelée seulement dans la mesure nécessaire pour atténuer les odeurs, circule du liquide à la viande et de la viande au liquide.

» En définitive, on utilisera convenablement un liquide réfrigérant en suspendant des animaux de boucherie dépouillés des issues dans une enceinte limitée par des parois non conductrices, en installant dans le voisinage immédiat de cette enceinte une tourelle à coke arrosé du liquide froid et en faisant circuler une même masse d'air entre l'enceinte et la tourelle.

» Ce procédé, proposé à la Commission par un de ses membres, va être prochainement expérimenté. Il ne faudrait pas croire que l'emploi de l'air froid, soit pour congeler de la viande, soit pour la maintenir à basse température, fût chose nouvelle. Il est pratiqué en grand dans plusieurs villes, à l'étranger. Il est surtout en usage à bord des navires qui apportent en Europe les viandes de la Plata et de l'Australie. Ce qui est nouveau, croyons-nous, c'est la transmission du froid d'un liquide à l'air par une tourelle à coke, qui est l'appareil le plus simple et le plus parfait qui puisse être employé à cet effet.

» *Description de l'appareil adopté par la Commission.* — Tout d'abord, il a paru avantageux de placer la tourelle à l'intérieur même de l'enceinte contenant les viandes; dès lors, l'enceinte prenait la forme cylindrique, l'espace réservé aux viandes devenant une sorte de corridor circulaire régnant autour de la tourelle.

» Une telle disposition diminue la surface des enveloppes exposées au réchauffement par l'atmosphère ambiante, et supprime toute la canalisation de l'air qu'il aurait fallu installer si la tourelle avait été séparée de

l'enceinte. En plaçant sur la tourelle un ventilateur occupant toute sa section, on peut y fouler l'air, l'obliger à traverser le coke, le faire jaillir au bas de la tourelle en nappe circulaire et uniforme qui remontera dans le corridor en léchant les viandes; l'air sera ensuite saisi de nouveau par le ventilateur, pour recommencer le même parcours.

» La tourelle est un simple cuvier en bois, sans fond. Elle est posée sur des cales en bois, à 20^{cm} au-dessus d'un bassin revêtu de plomb; sur ces cales reposent aussi des madriers formant, avec les lattes qui les relient en travers, la grille qui supporte le coke.

» L'air foulé par le ventilateur traverse la tourelle de haut en bas. En théorie, il serait préférable de lui imprimer une vitesse de sens contraire; mais il sera peut-être nécessaire de donner à l'air une assez grande vitesse, et, dans ce cas, si les courants des deux fluides étaient opposés, le liquide pourrait être contrarié dans sa descente et refoulé par l'air.

» Le liquide est apporté par un tuyau en fer qui s'élève dans l'axe de la tourelle; il passe de là dans des tubes en plomb horizontaux portant un grand nombre de petites tubulures équidistantes; ce sont autant d'orifices qui répartissent le liquide à la surface du coke. Après sa descente, le liquide est recueilli dans le bassin de plomb et évacué par un tuyau qui le conduit à la machine frigorifique.

» Il faut évidemment une ou deux pompes pour forcer la circulation du liquide. A ce sujet, il convient de remarquer que l'arrivée du liquide doit être tellement subordonnée à son évacuation, qu'en aucun cas il ne puisse se produire au fond de la tourelle un trop-plein nuisible à la circulation gazeuse.

» Le chlorure de calcium en usage pour rendre le liquide incongelable imbibe les douves de la tourelle, et suinte çà et là par les joints. Pour préserver les viandes de ce sel, on a revêtu la tourelle d'une chemise en planches qui ne la touche pas.

» L'enceinte est fermée par deux cloisons concentriques en planches, soutenues par des poteaux, et laissant entre elles un intervalle comblé par de la sciure de bois. Le toit présente une construction analogue; seulement, pour faciliter l'accès du ventilateur, on a remplacé le bois, au-dessus de la tourelle, par une pièce cylindrique en fonte qui continue, en quelque sorte, la paroi de la tourelle. Cette pièce est percée d'un grand nombre de larges orifices pour livrer passage à l'air; elle est fermée par deux fonds, entre lesquels on place des paillasses pleines de sciure de bois.

pour éviter le réchauffement par l'extérieur. Elle porte une traverse en fonte sur laquelle est fixé le palier de l'arbre du ventilateur.

» Le corridor circulaire occupé par les viandes est séparé du bassin qui occupe tout le fond de l'enceinte par un plancher à claire-voie à travers lequel s'élève le courant d'air. On y pénètre par une baie munie de deux portes; chaque porte est simplement une tôle serrée sur l'huisserie par des loquets; entre les deux, sont interposées des paillasses à sciure de bois.

» Les viandes à congeler, demi-bœufs ou moutons, porcs entiers, doivent être suspendues par des crocs à des tringles de fer; c'est la manière la plus simple et la plus commode de les disposer. Mais il serait fort malaisé de circuler dans un étroit corridor avec des fardeaux pouvant atteindre 200^{kg}. Il a donc paru nécessaire de relier toutes les tringles de manière à en composer un système tournant, afin que, chaque tringle étant amenée à son tour au-dessus de la porte, il devînt facile d'y suspendre ou d'en décrocher les viandes.

» Les tringles sont des fers carrés, horizontaux, distribués à égales distances, selon les rayons d'une circonférence. Elles sont reliées par deux cercles en fer plat, montées sur roues et engagées sur une petite voie ferrée circulaire; les rails sont portés, l'un par la tourelle, l'autre par la paroi de l'enceinte.

» En vue de simplifier le plus possible les mécanismes, comme il convient dans un appareil d'essai, on a adopté, pour faire mouvoir l'ensemble des tringles, un encliquetage très élémentaire, mû par un long levier qui descend près du sol à portée d'un manœuvre. (Cet encliquetage agit sur l'un des cercles plats qui relient les tringles, lequel porte des morceaux de fer rivés remplissant l'office de dents.)

» L'accrochage des viandes, très pénible quand on le pratique à la manière des garçons bouchers, est facilité par l'emploi d'un moufle ou d'un treuil, dont la corde, armée d'un croc et guidée par un ouvrier monté sur le toit, vient saisir les viandes, soit pour les hisser, soit pour les descendre. Cette corde, pour traverser le toit, passe dans un manchon en fonte, fixé à demeure, et qui peut d'ailleurs être fermé par deux fonds, avec paillasse interposée.

» Les hauteurs de la tourelle et de l'enceinte qui l'enveloppe se trouvent bien déterminées par la plus grande longueur des animaux à congeler, qui est de $2^{m},5$ pour un demi-bœuf. Cette longueur conduit à placer les tringles

à $2^m,80$ environ au-dessus du plancher du corridor, et toutes les autres dimensions verticales sont par là à peu près arrêtées; c'est ce que verra bien quiconque dessinera un projet d'après les données qu'on vient d'exposer.

» La largeur du corridor est aussi bien déterminée. Un demi-bœuf mesure, dans le sens de sa plus grande largeur, au plus 65^{cm} et 35^{cm} dans l'autre sens. En séparant par une distance de 75^{cm} la paroi de l'enceinte du revêtement en planches de la tourelle, on sera assuré de pouvoir disposer des demi-bœufs de façon que leur grande largeur coïncide avec un rayon.

» Il y a plus d'arbitraire en ce qui concerne la largeur de la tourelle et le développement du corridor dont dépend le poids de viandes à congeler en une opération. Provisoirement, on a adopté pour la tourelle un diamètre de 2^m; mais l'expérience fera connaître le rapport à observer entre ce diamètre et celui de l'enceinte, et fixera par conséquent l'un et l'autre. Il est à noter, en effet, que le pouvoir réfrigérant, dans l'appareil, croît comme la section de la tourelle, c'est-à-dire comme le carré d'une longueur; tandis que le poids de viandes à congeler croît comme le développement du corridor, c'est-à-dire simplement comme une longueur. Les dimensions les plus convenables de la tourelle et de l'enceinte, dans le plan horizontal, pourront donc être déterminées du moment qu'on connaîtra le meilleur rapport à observer entre la puissance réfrigérante qui dépend du débit et de la température de l'air, et le poids de viandes à congeler en un temps donné. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'élasticité active du muscle et l'énergie consacrée à sa création, dans le cas de contraction dynamique.* Note de M. A. **Chauveau**.

« Dans mon étude sur l'élasticité active du muscle en état de contraction statique (*Comptes rendus*, 7 juillet), les démonstrations expérimentales qui m'ont permis d'établir la loi de la création de cette élasticité et de la dépense corrélative d'énergie ont été faites sur une machine simple à l'état d'équilibre. Cette machine, le levier antibrachial, était maintenue immobile par la neutralisation réciproque des deux forces agissant sur lui, c'est-à-dire la résistance représentée par la charge soutenue et la puissance constituée par la force élastique des muscles fléchisseurs, tout particulièrement par celle du biceps brachial, sur lequel mon attention s'est exclusivement concentrée.

» Pour l'étude de l'élasticité musculaire dans le cas de contraction dyna-

mique, je prendrai le même levier antibrachial, non plus en état d'immobilité, mais en *mouvement uniforme* autour de son point fixe et soulevant ou descendant une charge. Cet état de mouvement uniforme ne change rien aux conditions d'équilibre des deux forces appliquées au levier. Elles se balancent incessamment en accomplissant l'une son *travail résistant*, l'autre son *travail moteur*. Il en résulte que dans la contraction dynamique, source de ce dernier travail, se retrouvent exactement les caractères primordiaux assignés à la contraction statique. Ainsi, le muscle biceps, en se raccourcissant graduellement pour soulever une charge à l'extrémité de l'avant-bras, ou en s'allongeant de même pour descendre cette charge, met en œuvre de la force élastique, dont la création est soumise aux mêmes influences fondamentales que l'élasticité active développée par le muscle quand il est employé au soutien fixe de la charge.

» Dans ce dernier cas, *l'échauffement musculaire, indice de la proportion d'énergie consacrée à la création de l'élasticité de contraction, est fonction de la charge soutenue multipliée par le degré de raccourcissement du muscle*. Cet échauffement doit suivre la même loi dans le cas de contraction dynamique. C'est ce que nous avons à vérifier.

» Pour cela, nous déterminerons l'échauffement qui survient dans le biceps pendant l'ascension et la descente d'une charge. Nous conjuguerons toujours les deux mouvements l'un à l'autre, pour neutraliser, par l'effet inverse du travail négatif, l'absorption d'énergie intérieure dont s'accompagne nécessairement le travail positif. De même que dans les expériences sur la contraction statique, il ne sera question que des résultats; je me réserve de faire connaître, dans une Communication spéciale, les conditions qu'il faut réaliser pour les obtenir.

» A. *Influence de la valeur de la charge sur l'échauffement du muscle en contraction dynamique, pour l'exécution d'un travail moteur.* — Dans toutes les expériences, on a fait accomplir à l'avant-bras un mouvement de flexion allant de — 40° à + 20° et durant une minute, mouvement immédiatement suivi du relâchement graduel des fléchisseurs ramenant, en une minute également, l'avant-bras à la position — 40°. Parfois, la succession des deux mouvements a été renversée : on a commencé par le travail positif et fini par le travail négatif. Les charges étudiées et comparées ont été : 1^{kg}, 3^{kg}, 5^{kg}. En fusionnant les résultats obtenus dans toutes les expériences sur les différents sujets, on obtient les chiffres suivants :

Charge de 1^{kg}.	Échauffement moyen du biceps...........	0°,052
» 3^{kg}.	»	0,147
» 5^{kg}.	»	0,238 [1]

[1] Tous les chiffres de cette nouvelle étude sont proportionnellement plus faibles

» Ces résultats reproduisent très sensiblement, quant à la proportion de l'échauffement, ceux qui ont été obtenus dans l'étude du muscle en contraction statique. Conclusion : *Quand un muscle est en contraction dynamique alternativement positive et négative, si l'étendue et la durée de la contraction restent les mêmes dans tous les cas, l'échauffement qu'éprouve l'organe est proportionnel aux charges qu'il entraîne dans son travail moteur.*

» B. *Influence du degré de raccourcissement du muscle sur l'échauffement du tissu musculaire en contraction dynamique pour l'exécution d'un travail moteur.* — Le plus grand nombre de mes expériences ont été exécutées dans les conditions suivantes : l'avant-bras étant toujours chargé d'un même poids, 3kg, on faisait exécuter au sujet deux mouvements de va-et-vient, c'est-à-dire deux montées et deux descentes, chacune de trente secondes de durée, ce qui portait à deux minutes la durée totale du travail du muscle biceps. Ces mouvements étaient accomplis tantôt entre — 20° et 0°, tantôt entre 0° et + 20°; c'est-à-dire que l'avant-bras était inégalement fléchi et que le biceps travaillait sous un état de raccourcissement inégal dans les deux cas. Le levier antibrachial affectait, du reste, dans chaque cas, les mêmes inclinaisons soit au-dessous, soit au-dessus de la ligne horizontale formée par l'avant-bras fléchi à angle droit : condition favorable à la comparaison des expériences, en ce sens que cette condition permettait au biceps d'agir symétriquement sur le levier dans les deux cas d'inégal raccourcissement musculaire. Voici les résultats constatés dans ces expériences :

Travail musculaire entre...	— 20° et 0°	Échauffement moyen du biceps.	0°,197
» ...	0° et + 20°	» .	0°,265

» On voit que l'échauffement est sensiblement supérieur dans le dernier cas. *Le même travail moteur peut donc entraîner une plus grande dépense d'énergie quand le muscle travaille sous un état de raccourcissement plus prononcé.*

» D'autres expériences ont eu pour but d'introduire un troisième terme dans la comparaison des effets produits par l'influence de raccourcissements musculaires différents. On a comparé le travail moteur accompli par le biceps déplaçant une charge de 4kg : entre — 40° et — 16°, entre — 16° et + 5°, enfin entre + 5° et + 27°. Ces différents degrés de flexion ont été choisis, parce qu'ils entraînent, pour le biceps, des degrés régulièrement croissants de raccourcissement. En effet :

La flexion	— 40°	correspond à un raccourcissement....	1
»	— 16	»	2
»	— 5	»	3
»	+ 27	»	4

» On a, dans ce cas encore et pour chaque phase, fait exécuter au sujet seulement deux mouvements de va-et-vient de l'avant-bras, c'est-à-dire deux montées et deux

---

que ceux de la précédente. Ceci n'a aucune importance. La différence résulte de l'emploi d'une autre méthode pour apprécier l'échauffement *relatif* du biceps dans les divers cas étudiés.

descentes, de trente secondes de durée chacune. Il importe beaucoup de ne point dépasser ce nombre de mouvements. Je dirai pourquoi dans une étude ultérieure. Les résultats des expériences instituées dans ces nouvelles conditions sont indiqués ci-dessous :

Travail musculaire entre..	$-40°$ et $-16°$	Échauffement moyen du biceps..	0°,126
»	.. -16 et $+5$	»	.. 0,204
»	.. $+5$ et $+27$	»	.. 0,285

» Il résulte de ces chiffres que la loi de l'influence du degré de raccourcissement musculaire, sur l'échauffement du muscle en contraction dynamique, reproduit exactement celle qui traduit cette même influence dans le cas de contraction statique : *Quand un muscle exécute un travail moteur uniforme, l'échauffement musculaire est proportionnel au degré de raccourcissement sous lequel l'organe accomplit son travail.*

» La symétrie parfaite qui, sous l'influence des changements de charge ou de raccourcissement musculaire, se manifeste dans les variations de l'énergie, quand le muscle fait du travail statique ou du travail moteur, implique une symétrie semblable dans les variations de la force élastique créée par cette énergie. Il est superflu de chercher à le prouver directement. Mais la détermination théorique de cette force élastique, dans le cas de contraction dynamique, va mettre à notre disposition de nouveaux moyens de démontrer le parallélisme suivant lequel se développent simultanément l'élasticité active du muscle et l'énergie créatrice de cette élasticité.

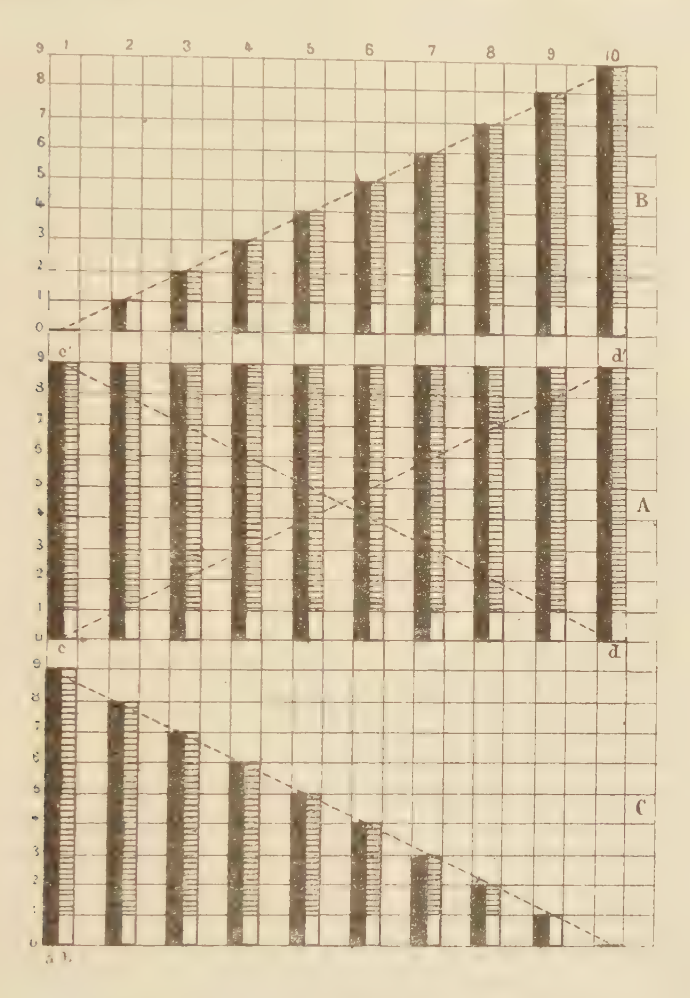
» C. *Comparaison de l'élasticité active du muscle dans le cas de contraction dynamique et dans le cas de contraction statique.* — Considérons un muscle tendu par une charge constante et raccourci comme 9, d'une manière fixe, par une contraction statique, dont nous supposerons la durée divisée en dix temps égaux. Pendant chacun de ces temps, la force élastique du muscle sera proportionnelle à son raccourcissement. Par conséquent, on peut, comme on l'a fait dans le schéma A (*voir* la figure), représenter le raccourcissement du muscle, *a*, et son élasticité active, *b* [1], par des colonnes couplées de même hauteur, 9, dont l'ensemble forme le parallélogramme $cd'dc'$. Que si le muscle, au lieu d'être en raccourcissement fixe et permanent, emploie les dix temps de son activité à faire du travail moteur positif, pendant lequel l'organe passe graduellement du raccourcissement zéro au raccourcissement 9, la force élastique, comme le raccourcissement, passera aussi de la valeur zéro à sa valeur maximum 10, c'est-à-dire qu'elle sera représentée par la partie du parallélogramme A située au-dessous de la diagonale *cd*, qui partage ce parallélogramme en deux triangles égaux. Donc, cette force élastique de la contraction dynamique est exactement la moitié de celle qui résulte de la contraction statique correspondante. C'est exactement la même chose, mais en sens inverse, quand le muscle, au lieu de faire du travail positif, exécute du travail négatif. Le parallélogramme A, coupé en deux parties

---

(1) La partie claire, placée à la base de la colonne *b*, figure l'*élasticité effective;* la partie striée en travers, l'*élasticité virtuelle*.

égales par la diagonale $c'd'$, forme, comme dans le premier cas, deux triangles rectangles, dont l'inférieur représente la force élastique créée pendant que le muscle, primitivement raccourci comme 9, revient graduellement au raccourcissement zéro en faisant du travail négatif.

» On a isolé en B (travail positif), en C (travail négatif), les figures triangulaires



dont la surface, comparée à celle du rectangle A, donne la mesure respective de l'élasticité active du muscle dans les cas de travail statique et de travail mécanique entraînant le même raccourcissement de l'organe. Ces figures montrent bien que, dans le cas qui est ici considéré, c'est-à-dire quand le muscle part du raccourcissement zéro, ou y aboutit, en accomplissant son travail moteur, l'élasticité active est exactement la moitié de celle qui se développe dans le muscle en contraction statique correspondante. Mais on peut avoir à comparer des cas dans lesquels le raccourcissement du muscle ne commence pas à zéro. La valeur de l'élasticité dynamique n'en est

pas moins toujours la moitié de la somme des valeurs prises par l'élasticité statique dans les deux états de raccourcissement entre lesquels oscille le muscle pour accomplir son travail moteur.

» Cette proposition a une véritable importance, parce qu'elle en entraîne une équivalente en ce qui regarde la dépense d'énergie qu'exige la création de l'élasticité de contraction. La démonstration de cette proposition équivalente peut donc servir également de preuve à la première. Voyons cette démonstration.

» D. *Comparaison de l'énergie mise en jeu dans les cas de contraction statique et de contraction dynamique correspondante.* — J'ai consacré à cette comparaison un très grand nombre d'expériences qui étaient exécutées en trois temps : dans le premier temps, je déterminais l'échauffement produit dans le biceps par le soutien fixe d'une charge, l'avant-bras étant à la position angulaire — 40°; le deuxième temps était consacré à la détermination de l'échauffement qui survenait quand le poids était soutenu à + 20°; enfin, dans le troisième et dernier temps, on s'employait à la mesure de l'échauffement causé par le passage de l'avant-bras de l'angle — 40° à l'angle + 20° et de l'angle + 20° à l'angle — 40°, ou inversement. La charge soutenue ou entraînée a été le plus souvent 3^{kg}, très rarement 5^{kg}. Dans les deux cas de soutien fixe, la contraction durait deux minutes; elle avait la même durée avec le travail moteur : une minute pour la montée, une minute pour la descente. C'est surtout dans ce cas qu'il faut éviter de multiplier le nombre des mouvements; autrement on introduit dans le problème un nouvel élément qui en fausserait la solution (il sera étudié à part).

» Quand on s'est mis à l'abri des causes d'erreur, voici les résultats donnés par les expériences :

Soutien fixe à..........	— 40°	Échauffement moyen du biceps.	0°,075
»	+ 20°	»	0,200
Montée et descente entre	— 40° et + 20°	»	0,120

» Ce dernier chiffre se rapproche de celui qui est indiqué par la théorie. Pourtant il lui est sensiblement inférieur. Provisoirement, je négligerai le déficit; je ne veux pas le mettre cependant au compte des écarts possibles dans des expériences de ce genre. Il trouvera son explication plus tard. Il ne saurait, en tout cas, empêcher d'admettre l'une des plus utiles démonstrations de la présente étude : à savoir que *l'élasticité active d'un muscle, passant, par l'effet d'une contraction dynamique, d'un certain état de raccourcissement à un autre, représente la moyenne de l'élasticité active possédée par le muscle dans chacun de ces deux états statiques.*

» Voici, en résumé, les conclusions qui s'imposent sur cette nouvelle étude :

» 1° *La force élastique employée, dans le cas de contraction dynamique, à faire équilibre aux résistances constituées par les charges que le raccourcissement ou l'allongement musculaires font monter ou descendre, d'un mouve-*

ment uniforme, représente sensiblement la moyenne de l'élasticité active possédée par le muscle maintenu en contraction statique dans les deux positions extrêmes entre lesquelles s'accomplissent les changements de longueur de l'organe.

» 2° *Cette élasticité active du muscle occupé à faire du travail moteur subit les mêmes influences que la force élastique employée au soutien fixe des charges (travail statique).*

» *Ainsi (a) comme celle-ci, celle-là est fonction de la charge ou de la résistance, multipliée par le raccourcissement musculaire.*

» *(b) L'énergie, source de cette élasticité dynamique, se traduit par un échauffement qui est proportionnel à cette dernière et qui, partant, peut aussi se montrer fonction de la charge mise en mouvement multipliée par le degré de raccourcissement du muscle.*

» *(c) La distinction entre l'élasticité effective et l'élasticité virtuelle trouve également sa raison d'être dans le cas de contraction dynamique. L'élasticité effective est proportionnelle à la charge entraînée; l'élasticité virtuelle, au degré du raccourcissement musculaire.*

» *(d) Enfin le rapport de l'élasticité ou de l'énergie effectives à l'élasticité ou à l'énergie totales est inversement proportionnel à ce degré de raccourcissement du muscle.*

» *D'où il résulte que le soulèvement d'une charge par un muscle qui se contracte graduellement entraîne une création d'élasticité et une consommation corrélative d'énergie croissant de plus en plus à mesure que le muscle se raccourcit davantage. Par exemple, un muscle passant du raccourcissement zéro au raccourcissement* 10, *en soulevant, d'un mouvement uniforme, une charge quelconque, consommera, pendant l'accomplissement de ce mouvement, une proportion d'énergie qui variera de zéro à* 10, *pour créer l'élasticité musculaire nécessaire à l'exécution du travail.*

» Il n'y a pas une seule de ces propositions qui ne trouve sa démonstration, non seulement dans les faits que j'ai annoncés, mais encore dans les résultats fournis par les expériences antérieures, sinon dans les recherches de J. Béclard, qui sont défectueuses, au moins dans celles de Meyerstein et Thiry, Heidenhain, A. Fick, B. Danilewsky, Nawalichin, Blix, etc., sur les muscles isolés de la grenouille. Je le montrerai dans ma publication intégrale. »

M. le Général **Menabrea** entretient de nouveau l'Académie de la proposition faite par l'Académie des Sciences de Bologne, au sujet du méridien initial et de l'heure universelle, et s'exprime ainsi :

« La Conférence télégraphique internationale, ayant été saisie d'un Mémoire ayant pour titre : « Exposé des raisons appuyant la transaction » de l'Académie des Sciences de Bologne au sujet du méridien initial et » de l'heure universelle », a émis, dans la séance plénière du 17 juin, le vœu suivant :

» La Conférence télégraphique internationale, tout en ne se reconnaissant pas compétente pour trancher la question du méridien initial devant fixer l'heure universelle,

» Applaudit aux efforts de l'Académie royale des Sciences de l'Institut de Bologne pour trouver une solution qui concilie tous les intérêts;

» Et émet le vœu que ce projet trouve bientôt sa réalisation et qu'on arrive, enfin, à l'unification dans la mesure du temps.

» Ce vœu ayant été porté après examen du susdit Mémoire, dont un exemplaire avait été distribué préalablement à tous les Membres de la Conférence, voici, dans le but d'éviter tout malentendu dans une question qui touche à de graves intérêts de nature internationale, le texte même de la transaction, tel qu'il se trouve en tête de l'*Exposé* (p. 9-10) :

» L'Académie des Sciences de Bologne suggère, d'abord, qu'on s'en tienne, en ce qui regarde les *limites* de l'unification, soit des heures, soit des longitudes, aux propositions mêmes de la France en 1884, à savoir :

» 1. Statu quo, c'est-à-dire *libre usage du méridien national* dans la Marine, l'Astronomie, la Topographie et la Cartographie locale;

» 2. Double graduation — d'après le méridien national et l'international — dans la Cartographie géographique générale, pour faire ainsi servir l'enseignement même de la Géographie à rappeler et nourrir conjointement l'amour de la patrie et celui de l'humanité;

» 3. Application de l'heure du méridien initial — *conjointement avec l'heure locale* — à la Télégraphie, au profit non moins du commerce et des relations internationales que des observations scientifiques;

» 4. Enfin, pour ce qui est du choix du méridien initial, l'Académie des Sciences de Bologne demande qu'on veuille bien prendre en considération les raisons alléguées, dans le Rapport ci-après, en faveur du méridien de *Jérusalem*, celle surtout tirée de la coïncidence logique des longitudes, employées comme mesure du temps, avec l'ensemble de la chronologie en usage chez tous les peuples civilisés. Quant à la double graduation, l'une en lignes noires, l'autre en lignes rouges ou en pointillé, suggérée pour la Cartographie géographique générale, c'est là, évidemment, une mesure à introduire peu à peu, au fur et à mesure qu'on éditera de nouvelles Cartes.

» Partant, l'Académie des Sciences de Bologne suggère de fait *qu'on n'innove rien*

de ce qui se pratique aujourd'hui, mais qu'on se borne à *ajouter sur les dépêches télégraphiques*, à côté de l'heure locale de la station, soit du départ, soit de l'arrivée, l'heure du méridien de Jérusalem. Le rapport entre cette heure et celle de chaque localité étant constamment le même, il en résulterait l'avantage qu'une fois ce rapoort connu, on constaterait immédiatement, *avec la durée de la transmission, l'instant exact, en temps local*, de n'importe quel fait indiqué sur les dépêches comme venant d'arriver.

» Ce progrès, que la Turquie suggérait dès 1872, dans la Conférence télégraphique internationale de Rome, n'entraînerait aucun embarras pour les administrations ni aucune confusion pour le public, et pourrait être facilement réalisé du jour au lendemain. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Boillot** adresse une Note relative à l'emploi de l'ozone produit par l'effluve électrique, pour combattre les maladies épidémiques.

(Commissaires : MM. Pasteur, Duclaux.)

M. **Chavée-Leroy** adresse, par l'entremise de M. Chatin, une Note sur le mildew de la vigne.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume portant pour titre : « Cinq Traités d'Alchimie des plus grands philosophes (Paracelse, Albert Legrand, Roger Bacon, Raymond Lulle, Arnaud de Villeneuve), traduit du latin en français par M. *Alb. Poisson* ». (Présenté par M. Arm. Gautier.)

2° Le sixième fascicule des *Illustrationes Floræ insularum maris Pacifici*, par M. *E. Drake del Castillo*. (Présenté par M. Duchartre.)

M. le général **Menabrea** fait hommage à l'Académie, de la part du Ministre de l'Instruction publique d'Italie, du premier Volume d'une édition nationale des OEuvres de Galilée, qui se public sous les auspices de

S. M. le Roi Humbert, et sous la direction du savant professeur Antonio Favaro. Cette édition n'est pas mise dans le commerce; le premier Volume comprend les travaux de Galilée avant son arrivée à Padoue, et contient plusieurs écrits jusqu'à ce jour inédits; les autres Volumes paraîtront successivement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. CELS, présentée par M. Darboux.

« Soit l'équation différentielle linéaire ordinaire

$$z^{(n)} + az^{(n-1)} + bz^{(n-2)} + \ldots + lz = 0,$$

où $a, b, \ldots, l$ sont fonctions seulement de la variable indépendante.

» Je considère n solutions $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_n$ formant un système fondamental; soit le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \zeta_1 & \zeta_2 & \ldots & \zeta_n \\ \zeta'_1 & \zeta'_2 & \ldots & \zeta'_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \zeta_1^{(p-1)} & \zeta_2^{(p-1)} & \ldots & \zeta_n^{(p-1)} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \zeta_1^{(n-1)} & \zeta_2^{(n-1)} & \ldots & \zeta_n^{(n-1)} \end{vmatrix},$$

où les indices supérieurs désignent des ordres de dérivation.

» Je considère la $p^{\text{ième}}$ ligne $\zeta_1^{(p-1)}, \zeta_2^{(p-1)}, \ldots, \zeta_n^{(p-1)}$, et les n fractions obtenues en prenant successivement pour numérateurs les mineurs de Δ correspondant aux éléments de cette ligne, et pour dénominateur le déterminant Δ. Ces n expressions sont solutions d'une équation différentielle d'ordre n, qu'on peut former avec les coefficients et les dérivées des coefficients de l'équation E. Soit E_1 cette équation mise sous la même forme que E; je dirai que E_1 est l'équation correspondant à la $p^{\text{ième}}$ ligne du déterminant fondamental de E.

» L'intégration complète ou partielle de E_1 permet de simplifier l'intégration de E. C'est une généralisation de la méthode de l'équation adjointe de Lagrange, qui est, comme on le sait, l'équation correspondant à la dernière ligne du déterminant fondamental de E.

» Je vais montrer, en outre, qu'il est possible d'imaginer une méthode

rappelant celle qu'a donnée Laplace pour les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.

» Soit E l'équation donnée; prenons l'équation correspondant à la dernière ligne du déterminant fondamental de E. Soit E_1; puis l'équation correspondant à la première ligne du déterminant fondamental de E_1; soit E_2; opérons sur E_2 comme sur E_1, et ainsi de suite.

» Nous formerons une suite infinie

$$E, \quad E_1, \quad E_2, \quad \ldots, \quad E_{2n}$$

où

$$E_i = z^{(n)} + a_i z^{(n-1)} + \ldots + l_i z = 0.$$

Si z_{2n} désigne une solution de E_{2n} et z une solution de E, on a

$$z = \frac{1}{l_1}\frac{d}{dt}\frac{1}{l_3}\cdots\frac{d}{dt}\frac{1}{l_{2n-1}}\frac{d}{dt}z_{2n},$$

ce qui montre que, lorsqu'on connaît une solution de l'équation E_{2n}, on peut en déduire une solution de E. Un cas intéressant est celui qui se présente lorsque, dans la suite correspondant à l'équation E, on retrouve une équation identique à E.

» Si, par exemple, la première équation identique à E est E_{2n+1}, on établit facilement que, dans la suite, il y a une équation qui a la propriété d'être identique à son adjointe de Lagrange; si cette première équation est E_{4n+3}, on établit que, dans la suite, il y a une équation qui a la propriété d'être identique à l'équation correspondant à la première ligne de son déterminant fondamental.

» Enfin, si cette équation est E_{2n}, la suite est périodique, et l'on peut généralement intégrer la proposée par des quadratures.

» On montre, en effet, que l'équation

$$sz = \frac{1}{l_1}\frac{d}{dt}\frac{1}{l_3}\cdots\frac{d}{dt}\frac{1}{l_{2n-1}}\frac{d}{dt}z$$

ou

$$H(z) = sz$$

a, pour une valeur numérique convenable de s, une solution commune avec l'équation E.

» En exprimant cette condition, on a une équation algébrique en s de degré n. Comme on peut former l'équation du premier degré admettant la solution commune, on voit qu'on aura les n solutions par n quadratures si

les racines de l'équation en s sont différentes. S'il y a des racines multiples, on traitera ce cas comme cas limite. La méthode se modifierait si, pour une même valeur de s, l'équation

$$H(z) = sz$$

admettait plusieurs solutions communes avec E; je n'ai pas complètement élucidé ce cas.

» J'ai cherché les conditions nécessaires et suffisantes pour que $E = E_{2n}$. Voici le résultat pour le second ordre :

» Il faut et il suffit que

$$a_1 + a_3 + \ldots + a_{2n-1} = \text{const.},$$
$$b_1 b_3 \ldots b_{2n-1} = \text{const.}$$

» Dans le $n^{\text{ième}}$ ordre, une des conditions nécessaires est

$$l_1 l_3 \ldots l_{2n-1} = \text{const.}$$

» Je termine en faisant remarquer qu'il n'est pas nécessaire de prendre la dernière et la première ligne comme base de correspondance; beaucoup d'autres combinaisons fourniraient des suites ayant les mêmes propriétés au point de vue de l'intégration de la proposée. »

OPTIQUE. — *Méthode de mesure de la différence de phase des composantes rectangulaires d'une réfraction lumineuse.* Note de M. **Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« On peut facilement généraliser les méthodes employées jusqu'ici pour mesurer la différence de phase qui existe entre les deux composantes rectangulaires d'un faisceau polarisé, par exemple pour étudier l'action d'un miroir métallique.

» 1° On remplace le compensateur de Babinet par un cristal quelconque, d'épaisseur continûment variable, satisfaisant à la condition que les sections principales soient parallèles en tous les points pour l'incidence normale. On augmente ainsi le nombre de franges susceptibles d'être déplacées par un phénomène, tel que la réflexion métallique; les mesures indépendantes sont plus nombreuses et les erreurs systématiques diminuées. Le cristal pouvant avoir un petit déplacement angulaire accidentel,

on diminue l'erreur correspondante en le choisissant très mince; c'est à tort que les compensateurs de Babinet sont ordinairement construits avec deux lames épaisses de quartz.

» 2°. On remplace le compensateur de Bravais par une lame cristalline quelconque, à faces parallèles, ce qui revient à éclairer un microscope polarisant par de la lumière polarisée et réfléchie par un miroir.

» Il vaut mieux diminuer le champ du microscope et employer un cristal un peu épais; la direction du faisceau parallèle éclairant sera rigoureusement déterminée par des repères convenables; le cliché sera placé exactement au foyer principal de la lentille projetante.

» Ce ne sont là que des extensions notables des méthodes jusqu'ici employées. On peut les transformer complètement.

» 3° Un faisceau rectilignement polarisé tombe sur une lentille; au foyer conjugué de la source lumineuse se trouve le miroir. Le faisceau divergent réfléchi traverse une nouvelle lentille qui reconstitue un faisceau parallèle sur lequel on dispose un cristal d'épaisseur continûment variable, convenablement orienté, que l'on vise avec un analyseur.

» Les avantages de la méthode sont de n'utiliser qu'une portion très petite du miroir (quelques millimètres carrés), et de fournir d'un seul coup tous les phénomènes compris dans un espace angulaire notable (20° à 30°). Il est inutile de diaphragmer et l'on n'a pas de pertes de lumière; on peut éloigner le miroir des appareils, ce qui permet de le soumettre à différentes modifications. Pour les corps transparents, une seule photographie donnerait le phénomène de la réflexion dans toute l'étendue utile.

» 4° On reçoit un faisceau polarisé convergent sur un miroir; les rayons réfléchis traversent un cristal à faces parallèles, une lentille, un nicol, et l'on observe au foyer principal de la lentille.

» Dans le cas actuel, la définition des angles d'incidence est plus exacte, mais on est forcé de diaphragmer le cristal, d'utiliser une portion plus grande du miroir et enfin de rapprocher beaucoup les lentilles des miroirs, si l'on veut un champ d'une étendue notable (20° à 30°).

» Toutes ces méthodes ont été soigneusement étudiées par la Photographie. Cette opération s'effectuait, suivant les indications de M. Mascart, avec de la lumière très homogène obtenue par une fente installée sur un spectre pur. Pour définir exactement la direction des rayons employés, il est nécessaire d'adjoindre à l'appareil principal une petite lunette visant la source lumineuse. D'autre part, en même temps que les franges, on photographie des traits de repère.

» La troisième méthode me paraît la plus avantageuse, et je me propose de l'appliquer à l'étude de différents problèmes de réflexion. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des tensions de vapeur des dissolutions.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. A. Cornu.

« La mesure des tensions de vapeur des dissolutions présente une grande importance au point de vue de l'étude des équilibres à l'état dissous et de la détermination des poids moléculaires (méthode de M. Raoult). Malheureusement, la méthode barométrique, employée par M. Raoult dans ses belles recherches, nécessite des appareils compliqués et des manipulations très longues pour éliminer les gaz dissous.

» J'ai cherché à appliquer à cette mesure les procédés employés pour déterminer la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. La méthode à laquelle je me suis arrêté, comme donnant les résultats les plus précis, est celle de l'hygromètre à condensation. La solution à étudier est placée dans une éprouvette, à la partie supérieure de laquelle est suspendu un petit hygromètre à condensation [1]. On laisse l'espace se saturer de vapeur, ce qui s'effectue rapidement si l'on a soin de diminuer la pression, et l'on détermine le point de rosée. Si l'on connaît la loi de variation de la tension de vapeur du dissolvant avec la température, on en déduit immédiatement la tension de la solution à la température de l'expérience. Les expériences de Regnault donnent les tensions de vapeur d'un nombre de liquides largement suffisant dans la plupart des cas.

» Cette méthode peut servir, en quelque sorte, de complément à la méthode barométrique. La précision est d'autant plus grande que la tension à mesurer est plus faible. On détermine toujours, en effet, la température du point de rosée avec la même approximation, qui est d'environ $\frac{1}{10}$ de degré. La tension de vapeur s'en déduira avec une exactitude d'autant plus grande que la variation de tension correspondant à cet intervalle

---

(1) J'ai employé, pour ces mesures, un petit hygromètre de forme spéciale, construit par la maison Alvergniat. Le dépôt de rosée se fait sur un cylindre métallique refroidi par de l'éther, comme dans l'hygromètre de Regnault; mais, au-dessus et au-dessous de la partie refroidie, le cylindre se rétrécit, ce qui permet d'y placer des anneaux métalliques de même diamètre, pour former contraste pendant le dépôt de rosée.

de température sera plus faible, c'est-à-dire que le liquide sera moins volatil, et la température plus basse. En pratique, il ne faut pas chercher à abaisser la température au delà de certaines limites, car il se produit des retards à la condensation, qui gênent beaucoup l'observation du point de rosée. On obtient de bons résultats en opérant avec de l'eau aux environs de 0°, et la variation de $\frac{1}{10}$ de degré correspond alors à une variation de tension de $\frac{4}{100}$ de millimètre.

» Enfin, ce procédé peut s'appliquer à des liquides qui attaquent le mercure (solutions contenant de l'iode, par exemple), pour lesquels on ne peut employer la méthode barométrique. »

CHIMIE. — *Sur les lois de Berthollet.* Note de M. ALBERT COLSON, présentée par M. Berthelot.

« Les lois de Berthollet, si utiles aux chimistes, présentent plusieurs exceptions; c'est pourquoi on cherche à rattacher les phénomènes de statique chimique aux théories de Physique générale qui se sont développées dans ces dernières années. Faisant connaître la notion d'affinité élective et choisissant pour mesure de cette affinité la chaleur dégagée par l'union des bases avec les solides [1], M. Berthelot est parvenu à expliquer l'inaction de l'ammoniaque sur le chlorure de calcium dissous et l'inaction de la potasse sur le cyanure mercurique [2].

» Il convient toutefois d'ajouter que, selon certains chimistes, ces inactions ne sont point contraires aux lois de Berthollet, parce que l'ammoniaque, étant un gaz dissous, est susceptible d'être déplacée par une base fixe et que, dans le deuxième cas, la nature du dissolvant est modifiée par la formation du cyanure de potassium. D'autres savants, M. Lothar Meyer en particulier [3], rejettent toute relation entre les données thermiques et l'affinité. J'ai cherché dans la Chimie organique une contribution à l'étude des phénomènes de Statique.

» *Action des bases sur les sels dissous.* — On sait que la pyridine, l'aniline, la nicotine, alcaloïdes solubles et peu volatils, ne précipitent pas les sels de chaux. Ce sont des exceptions manifestes à l'une des lois de Berthollet.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 658.
(2) *Ibid.*, t. II, p. 548 et 694.
(3) *Les théories modernes de la Chimie*, trad. par Bloch.

Je vais d'abord établir que ces exceptions ne dépendent pas de la nature minérale ou organique des bases mises en présence.

» En effet, au point de vue chimique, la diisobutylamine, base très peu soluble dans l'eau, bouillant à 135°, se rapproche de la chaux; comme celle-ci, la diisobutylamine est chassée de ses sels par la potasse, mais elle précipite les sels magnésiens. Le rapprochement se poursuit au point de vue thermique :

1 molécule de chaux diss. + HCl diss. dégage	14
1 molécule de diisobutyl. diss. + HCl diss. dégage	$13^{Cal},15$

» Si donc les doubles décompositions dépendent de l'affinité et non de la nature des bases, les sels de diisobutylamine ne seront pas décomposés par une solution de pyridine, d'aniline ou de nicotine. C'est ce que j'ai vérifié pour le sulfate et le chlorhydrate de cette base, après m'être assuré que la solubilité de la diisobutylamine n'est pas sensiblement altérée par la présence dans l'eau d'un des alcaloïdes précités.

» *Affinité élective.* — Considérons la chaleur de formation des chlorhydrates formés par certaines bases incapables de déplacer la diisobutylamine. Ces bases étant prises à l'état liquide, l'acide étendu d'eau et en excès, j'ai trouvé pour la formation de :

1	molécule de	chlorhydrate	de potasse dissous......	5,35
1	»	»	d'aniline..............	8
1	»	»	de quinoléine	6,80

» Ces faibles chaleurs de formation rapprochent les bases précédentes des oxydes des métaux usuels. L'action comparative de ces alcaloïdes et des oxydes métalliques sur les sels de magnésie confirme ce rapprochement.

» On est ainsi conduit à séparer les bases organiques ou minérales en deux groupes principaux : l'un comparable aux alcalis, l'autre aux bases métalliques. Le groupement établi par rapport à un acide donné s'applique généralement aux autres acides, mais non forcément, et l'on peut résumer ainsi ce qui précède :

» Quand une base alcaline et une base faible se trouvent simultanément en présence d'un acide, l'affinité de la base forte paraît seule entrer en jeu, de sorte que les sels de la base forte ne sont pas décomposés par la base faible, quels que soient le degré de solubilité et la nature des bases en

présence, les deux bases engendrant des sels solubles. Les lois de Berthollet sont alors en défaut.

» Au point de vue thermique et comme première approximation, la précédente remarque prendra la forme suivante :

» Quand, par leur union avec un même acide, deux bases dégagent des quantités de chaleur *très différentes*, *le sel formé avec le plus grand dégagement de chaleur ne sera pas décomposé par la base faible, quel que soit le sens attribué à la réaction par les lois de Berthollet.*

» Dans cette étude, j'ai mesuré les chaleurs dégagées dans les conditions mêmes de l'expérience ; c'est-à-dire que, ayant opéré sur des dissolutions, j'ai mesuré les chaleurs dans l'état dissous, un sel en dissolution n'étant pas nécessairement identique au même sel pris en dehors du liquide dissolvant.

» La division des bases en deux groupes ne suffit pas à faire prévoir toutes les réactions des corps dissous ; il est, en effet, évident que l'ammoniaque, qui agit sur les sels magnésiens, et qui est totalement déplacée par la chaux, est le type d'une catégorie intermédiaire entre la chaux et la magnésie. Le Tableau suivant indique une subdivision des bases en catégories de même ordre, vers la température de 15° :

Premier groupe.

1° Ordre alcalin...........	Soude, potasse.
2° Ordre alcalino-terreux..	BaO, SrO, CaO, pipéridine, etc.
3° Ordre ammoniacal......	Diisobutylamine, triéthylamine, ammoniaque, etc.
4° Ordre de comparaison...	Magnésie, nicotine (1re basicité).

Second groupe.

5e Ordre..................	Protoxydes, aniline, etc.
6e Ordre.................	Sesquioxydes, quinoléine, etc.

» Ce tableau, établi par rapport à l'acide chlorhydrique, est applicable à tous les acides pour lesquels le sel primitif et le sel qui a tendance à se former sont tous deux solubles ([1]).

» *Conclusions.* — 1° On peut subdiviser les bases en catégories de même ordre indépendamment de leur nature.

» 2° En s'en tenant à deux groupes principaux, l'un comprenant les bases assez fortes pour précipiter le chlorure de magnésium, l'autre composé par les bases faibles, incapables de déplacer la magnésie, on trouve que :

» Un sel dissous formé par une base forte n'est pas décomposé par une base faible, tandis qu'un sel constitué par une base faible est décomposé par une base forte, quelles que soient la solubilité et la nature des deux bases, si le sel qui tend à prendre naissance est soluble [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les nitrites doubles du rhodium* [2]. Note de M. E. LEIDIÉ, présentée par M. Troost.

« Les réactions exercées par les azotites alcalins sur les chlorures des métaux du platine ont été étudiées par Claus, Lang et Gibbs. Les contradictions que j'ai relevées dans les Mémoires de ces auteurs, les erreurs que j'y ai constatées m'ont conduit à reprendre leurs travaux dans le cas particulier des combinaisons du rhodium.

» *Nitrite de rhodium et de potassium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(KO, AzO^3)$. — Pour préparer ce sel, on porte à l'ébullition une dissolution de sesquichlorure de rhodium (ou de chlorure double de rhodium et de potassium) légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique et diluée de façon à ne pas renfermer plus de 5^{gr} de rhodium par litre, puis l'on y ajoute, par petites portions à la fois, de l'azotite de potassium jusqu'à ce que la dissolution soit complètement décolorée et qu'elle commence à se troubler; il faut surtout éviter d'employer un excès d'azotite alcalin, condition facile à réaliser en ayant soin que la dissolution conserve jusqu'à la fin une réaction légèrement acide. On laisse refroidir pour que la précipitation du sel qui commence à chaud se complète par le refroidissement; on lave le précipité à l'eau froide et on le sèche à 105°.

» Ce sel possède la formule

$$Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(KO, AzO^3);$$

il se présente sous forme de cristaux blancs microscopiques, n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée; il est presque insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau bouillante, complètement insoluble dans

(1) Le chlorure d'argent qui tendait à se former par le contact de Ag^2O avec un chlorure dissous est insoluble et par conséquent en dehors des cas que nous avons étudiés : c'est pourquoi nous n'avons pas inscrit cet oxyde à côté des alcalis.

(2) Ce travail a été effectué au laboratoire de Recherches de l'École Normale supérieure.

un excès d'azotite de potassium et dans des dissolutions renfermant 30 pour 100 de chlorure de potassium ou 50 pour 100 d'acétate de potassium; il est insoluble dans l'alcool. Il est décomposable par les acides minéraux concentrés, lentement à froid, rapidement à chaud. Attaqué par l'acide chlorhydrique concentré et chaud; il donne naissance au chlorure double $Rh^2Cl^3, 3KCl, 3HO$: ce sel, obtenu jadis par Claus, est décomposable par l'eau en chlorure de potassium et en un autre chlorure double $Rh^2Cl^3, 2KCl$, qui est le seul stable, le seul que l'on puisse reproduire par le mélange des deux chlorures dissous dans l'eau.

» *Nitrite de rhodium et de sodium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(NaO, AzO^3)$. — On le prépare, comme le sel de potassium, au moyen du nitrite de sodium et d'une dissolution de sesquichlorure de rhodium (ou de chlorure double de rhodium et de sodium) renfermant 40^{gr} environ de rhodium par litre. On additionne la liqueur refroidie de son volume d'alcool à 90 pour 100; le nitrite se précipite entraînant des traces de chlorure alcalin; on le redissout dans dix fois environ son poids d'eau, et l'on additionne le liquide de son volume d'alcool à 90 pour 100; le précipité est séché et redissous dans l'eau; il cristallise par évaporation dans le vide sec.

» Ce nitrite double a pour formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(NaO, AzO^3)$; il est en cristaux blancs assez volumineux qui agissent sur la lumière polarisée; il est soluble dans deux fois et demie son poids d'eau à 17°, et dans une fois environ son poids d'eau bouillante; il est insoluble dans l'alcool. Sa solubilité dans l'eau permet de constater que ces nitrites doubles ne possèdent plus les propriétés générales du métal fondamental : ainsi, il n'est précipité ni à froid ni à chaud par la soude ou le carbonate de soude; la potasse, l'ammoniaque et les carbonates de ces bases en précipitent, non du sesquioxyde de rhodium, mais les nitrites doubles correspondants qui prennent naissance à cause de leur insolubilité. Cependant l'hydrogène sulfuré et le monosulfure de sodium, lentement à froid, rapidement à chaud, en précipitent du sesquisulfure de rhodium. Enfin, il donne par double décomposition avec les sels de potassium et d'ammonium les nitrites doubles correspondants; les acides minéraux l'attaquent facilement, surtout à chaud : avec l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorure double $Rh^2Cl^3, 3NaCl, 18HO$.

» *Nitrite de rhodium et d'ammonium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(AzH^4O, AzO^3)$. — Ce sel ne peut être préparé directement comme les deux précédents, à cause de la décomposition des nitrites sous l'influence de la chaleur en

présence des sels ammoniacaux. On l'obtient par double décomposition en traitant le nitrite de rhodium et de sodium par le chlorure d'ammonium, les deux sels étant employés en quantités équivalentes et en solutions neutres et refroidies.

» Il a pour formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(AzH^4O, AzO^3)$. C'est une poudre blanche, composée de cristaux microscopiques, n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée ; il est presque insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau bouillante, complètement insoluble dans les dissolutions concentrées de chlorure ou d'acétate d'ammonium ; il est insoluble dans l'alcool. Les acides minéraux concentrés l'attaquent comme le sel de potassium : avec l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorure double $Rh^2Cl^3, 3AzH^4Cl, 3HO$.

» *Nitrite de rhodium et de baryum :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(BaO, AzO^3)12HO$. — On le prépare comme les sels correspondants de potassium et de sodium, en employant le nitrite de baryum et une dissolution de sesquichlorure de rhodium renfermant environ 20^{gr} de rhodium par litre ; le sel cristallise en partie par refroidissement, en partie par évaporation du dissolvant : on le fait recristalliser dans l'eau bouillante qui l'abandonne par refroidissement.

» Il possède la formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(BaO, AzO^3)12HO$; il perd complètement ses 12 équivalents d'eau à 110° ; il constitue des cristaux blancs assez volumineux, agissant sur la lumière polarisée, solubles dans 50 fois leur poids d'eau à + 16° et dans 6 fois et demie leur poids d'eau bouillante. L'acide chlorhydrique concentré et froid le transforme en un mélange de sesquichlorure de rhodium et de chlorure de baryum que l'on ne peut faire cristalliser sous forme d'un chlorure double défini ; on peut par ce moyen, en précipitant le baryum par l'acide sulfurique employé en quantité calculée, obtenir du sesquichlorure de rhodium exempt d'alcali. Comme le nitrite correspondant de sodium, il fait double décomposition avec certains sels de potassium et d'ammonium ; comme lui, il ne possède pas les propriétés des autres sels de rhodium : ainsi, la baryte ne le précipite ni à chaud ni à froid, la soude et le carbonate de soude en précipitent de la baryte ou du carbonate de baryte, mais pas de sesquioxyde de rhodium, à cause de la formation du nitrite double de rhodium et de sodium.

» Les propriétés de ces nitrites doubles sont précieuses en analyse ; celles du nitrite double de rhodium et de potassium notamment peuvent

être utilisées pour extraire le rhodium à l'état de pureté, le séparer des autres métaux du platine, le doser dans ses combinaisons : ces trois points de vue seront développés dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons du camphre avec les phénols et leurs dérivés*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Troost.

« Divers chimistes ont examiné l'action du camphre sur les phénols ([1]). Pour M. Buffalini, qui n'a opéré que sur le phénol ordinaire, il se formerait une combinaison qu'il n'a pas isolée cependant; pour les autres, il s'agirait de mélanges ou de dissolutions. Il résulte de mes recherches que le camphre produit avec les phénols de véritables combinaisons, que leur grande instabilité, leur facile dédoublement par la chaleur, par les dissolvants ou par les alcalis, ont fait prendre pour de simples mélanges.

» J'ai réussi, en effet, à isoler quelques-unes de ces combinaisons à l'état cristallisé, ce qui tranche la question en ce qui les concerne.

» Beaucoup d'autres, il est vrai, sont liquides et ne présentent pas de propriété susceptible d'affirmer aussi nettement leur nature de composés définis; celle-ci me paraît néanmoins ressortir de faits nombreux que je résumerai brièvement : 1° le camphre et les phénols s'unissent dans des rapports simples pour former les corps liquides en question, ce qui n'aurait pas lieu en cas de dissolution; 2° ces liquides, lorsqu'ils sont solidifiés par le froid, donnent des cristallisations dont les portions formées successivement présentent toutes la même composition; les composants s'y trouvant en quantités proportionnelles à leurs poids moléculaires; 3° l'introduction des phénols dans les solutions alcooliques de camphre diminue de près de moitié le pouvoir rotatoire de ce dernier; 4° les dédoublements si faciles qui ont fait hésiter sur la nature de ces liquides s'observent également pour les combinaisons cristallisées analogues.

» On prépare les composés en question en fondant dans des ballons bouchés les quantités théoriques des deux corps à combiner. Pour l'analyse de ces produits, j'ai dû recourir à la méthode polarimétrique; j'indiquerai ailleurs les précautions à prendre pour obtenir ainsi des résultats satisfaisants. Je décrirai brièvement les composés que j'ai obtenus.

([1]) Buffalini, *Fenol canforato* (*Gazetta med. Ital. Lomb.*, 8 novembre 1873). Desesquelles, *Arch. de Pharm.*, septembre 1888, janvier et mai 1889. — Paskris et Obermayer, *Pharmaceutische Post*, novembre 1888.

» Le *phénol monocamphré* $C^{12}H^6O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est un liquide incolore qui ne cristallise que vers — 23°; sa densité à 0° est 1,0205, son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +20°$. Une faible quantité d'eau le décompose partiellement, un grand excès en sépare du camphre.

» Le *phénol hémicamphré* $2C^{12}H^6O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est liquide et incolore, il ne se solidifie pas à — 50°. Sa densité à 0° = 1,040, $[\alpha]_D = +10°,5$. Il se combine à 1 équivalent de camphre pour donner le phénol monocamphré; mais, si on lui ajoute 1 équivalent de phénol, ce dernier ne fait que s'y dissoudre, et le liquide, refroidi à — 25°, se sépare nettement en phénol hémicamphré et phénol. Ces faits nous prouvent, en outre, l'existence du phénol hémicamphré comme combinaison définie.

» La *résorcine monocamphrée* $C^{12}H^6O^4, C^{20}H^{16}O^2$ cristallise en lamelles rectangulaires larges et minces. Elle est hygroscopique. Une petite quantité d'eau la change en un liquide sirupeux incolore, un grand excès la décompose avec précipitation de camphre. Elle fond vers + 29°, mais peut rester longtemps suspendue à + 15°. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool à 95° et à la dilution d'un demi-équivalent par litre est $[\alpha]_D = +22°,5$.

» La *résorcine bicamphrée* $C^{12}H^6O^4, 2C^{20}H^{16}O^2$ est un liquide sirupeux, incolore, donnant vers 0° de gros cristaux hexagonaux. Densité = 1,0366 à + 15°, $[\alpha]_D = +25°,9$.

» L'*α-naphtol camphré* $C^{20}H^8O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est liquide, sirupeux, légèrement coloré, non solidifiable à — 16°. Il n'est pas décomposé sensiblement par l'eau. Densité à 0° = 1,0327, $[\alpha]_D = +10°,5$. Les cristaux de naphtol α qui se déposent de leur dissolution dans l'α-naphtol camphré sont des prismes courts, appartenant, d'après M. Wyrouboff (¹), à la symétrie orthorhombique. Ceci est contraire à ce qu'a publié M. Groth (²), qui considère l'α-naphtol comme clinorhombique.

» Le *β-naphtol camphré* $3C^{20}H^8O^2, 5C^{20}H^{16}O^2$, bien que possédant une composition différente, ressemble beaucoup au corps précédent. Il est liquide. Densité à 0° = 1,0396, $[\alpha]_D = +22°,5$. Il peut dissoudre du naphtol β, lequel se dépose sous forme de tables d'assez grande dimension.

» L'*acide salicylique camphré* $C^{14}H^6O^6, 2C^{20}H^{16}O^2$ forme une masse blanche ayant l'aspect et le toucher du savon. Au microscope, cette masse, parfaitement homogène, est composée d'aiguilles longues et minces, souvent recourbées en boucles. Ce composé fond vers 60°. L'eau, même bouillante, ne le décompose que partiellement. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool à 95°, à la dilution d'un quart d'équivalent par litre, est $[\alpha]_D = +27°,3$.

» Le *salol camphré*, bien que je n'aie pu déterminer exactement sa composition, me paraît exister comme combinaison. Cela me semble résulter de ce fait que le pouvoir rotatoire du camphre dans l'acétone est notable-

(¹) WYROUBOFF, *Sur la forme cristalline des deux naphtols* (*Bull. Soc. min.*, t. XIII; 1890).

(²) GROTH, *Pogg. Ann.*, t. LXXI, p. 38; 1870, et *Lieb. Ann. der Ch. und Phys.*, t. CLII, p. 288; 1874.

ment abaissé par la présence du salol. On l'obtient en fondant équivalents égaux des deux corps. On a ainsi un liquide incolore, ne se solidifiant que vers $+7°$. Le salol peut cristalliser dans le salol camphré en cristaux volumineux dont le développement est souvent irrégulier, mais qui dérivent d'un prisme orthorhombique. C'est ce qui résulte des mesures effectuées par M. Wyrouboff, qui m'a remis à ce sujet la Note suivante :

» La symétrie des cristaux est orthorhombique, et la forme primitive » dérive d'un prisme de 91° 50′ avec le rapport des axes

$$0,9634 : 1 : 0,6971.$$

» Les faces observées sont : h^1 (100), g^1 (010), $b^{\frac{1}{2}}$ (111), a_3(211). La face » g^1 est toujours la plus développée et donne aux cristaux l'apparence de ta» bles plus ou moins épaisses : $b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ (sin a^1) $= 121°$; $a_3 a_3$ (sin a^1) $= 148° 24'$; » $b^{\frac{1}{2}} h^1 = 120° 34'$; $a_3 h^1 = 105° 44'$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexachlorhydrine de la mannite.* Note de M. **Louis Mourgues**, présentée par M. Armand Gautier.

« Au cours de recherches sur les sucres, que je poursuis depuis longtemps, j'ai été amené à reprendre l'étude de l'action du perchlorure de phosphore sur la mannite.

» Il y a une dizaine d'années, un savant allemand, Bell [1], en même temps qu'il signalait la formation d'acide dichloro-muconique par l'action du perchlorure de phosphore sur les acides mucique et saccharique, décrivait sous le nom de *mannito-tétrachlorhexine* une huile qu'il obtenait en chauffant de la mannite avec le perchlorure de phosphore et entraînant le produit de la réaction au moyen de la vapeur d'eau. J'ai repris l'étude de cette réaction, et il m'a été impossible, du moins jusqu'à présent, de reproduire la substance à laquelle M. Bell attribue la formule $C^6H^6Cl^4$.

» Les produits qui se forment dans cette réaction sont nombreux : d'abord des substances huileuses que Bell prit pour un corps défini et qui ne sont en réalité qu'un mélange de plusieurs dérivés chlorés et oxygénés de la mannite ou de la mannitane. A côté de ces substances, sur lesquelles je reviendrai prochainement, il se forme une petite quantité d'un corps cris-

(1) Bell, *D. Chem. Gesel.*, t. XII, p. 1273.

tallisé, sur lequel je demande la permission d'attirer aujourd'hui l'attention de l'Académie. Ce corps est l'hexachlorhydrine de la mannite $C^6H^8Cl^6$.

» *Préparation.* — On traite la mannite (300gr) par le PCl^5 (2100gr), en présence d'un peu d'oxychlorure, on chauffe à reflux au bain d'huile, plusieurs heures, *sans jamais dépasser* 145°. Lorsque le dégagement de HCl a cessé, on distille l'oxychlorure toujours sans dépasser 145°.

» On obtient ainsi un sirop presque incolore que l'on verse par petites fractions dans l'eau glacée. On soumet alors ce mélange à l'entraînement par la vapeur d'eau. Le premier litre enlève les substances huileuses, ainsi qu'une partie du corps cristallisable. Les deuxième, troisième et quatrième litres entraînent presque exclusivement la mannite hexachlorhydrique qui passe d'abord sous forme huileuse, mais qui ne tarde pas à cristalliser sous l'eau. On sépare ce corps de quelques impuretés en l'essorant à la trompe et en le faisant cristalliser dans la ligroïne. Quant aux huiles qui passent les premières, on les décante, on les dissout dans l'éther, on filtre, on évapore l'éther et l'on fractionne le résidu dans le vide de dix minutes en dix minutes; le tout passe de 140° à 180°. La petite fraction 170°-180° amorcée avec un cristal du corps précédent se prend en masse; on l'essore, et l'on obtient ainsi une nouvelle quantité du corps $C^6H^8Cl^6$. Les rendements sont extrêmement faibles; pour les proportions indiquées plus haut, on obtient à peine 1gr ou 1gr,5 au plus d'éther hexachlorhydrique.

» *Propriétés.* — L'hexachlorhydrine de la mannite est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther, la benzine, le chloroforme, la ligroïne, etc., peu soluble dans l'alcool.

» L'éther de pétrole l'abandonne sous la forme de petites écailles blanches, nacrées, légères, inodores, fondant à 137°,5 (appareil Maquenne) en se volatilisant en grande partie. Ce corps bout sous 0m,03 vers 180°-185°. Le poids spécifique déterminé sur la substance cristallisée par fusion est égal à 2,060. En solution dans la benzine et à la température de 20°, il possède un pouvoir rotatoire de $[\alpha]_D = +18°32'$. Les alcalis, même concentrés et à l'ébullition, ne le dissolvent pas. L'acide sulfurique le dissout à chaud, mais il se reprécipite par refroidissement.

» Ce corps répond à la formule $C^6H^8Cl^6$ comme l'indiquent les analyses suivantes :

	I.	II.	III.	IV.	Calcul pour $C^6H^8Cl^6$.
C pour 100...........	24,81	24,84	»	»	24,57
H »	3,11	2,94	»	»	2,73
Cl »	»	»	71,32	71,90	72,69

» Le poids moléculaire, déterminé par la méthode de M. Raoult, a été trouvé égal à 278, chiffre suffisamment voisin de 293, poids moléculaire

théorique pour $C^6H^8Cl^6$. Cette substance répond sans doute à la constitution théorique :

$$CH^2Cl(CHCl)^4CH^2Cl.$$

» Je me propose de revenir sur les produits qui l'accompagnent, et d'appliquer la même réaction à la dulcite et à la sorbite pour obtenir les hexachlorhydrines isomères, si, toutefois, l'isomérie de ces sucres tient à une différence dans la position des oxyhydriles et n'est pas d'ordre purement géométrique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés du β-pyrazol. Contribution à l'étude des éthers nitriques.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« On sait depuis longtemps que certains éthers nitriques ne peuvent être saponifiés sans destruction complète par les alcalis, surtout en présence d'alcool; j'ai moi-même signalé ce fait que la nitro-inosite, au contact de la potasse alcoolique, donne exclusivement de l'azotite de potassium et des produits colorés de l'ordre des oxyquinones, qui prennent évidemment leur origine dans une oxydation de l'inosite régénérée.

» La production de nitrites dans ces réactions étant un fait général, il était à supposer que les éthers nitriques tendent à se convertir, sous l'influence des alcalis, en éthers nitreux isomériques, dérivés d'un alcool bitertiaire renfermant le groupe divalent $C(OH)^2$.

» Une pareille transformation se conçoit sans difficulté par la migration d'un atome d'oxygène dans le groupement nitrique $CH(AzO^3)$, devenu $C(OH)(AzO^2)$. Si l'on saponifie un pareil corps, l'alcool rendu libre se déshydrate aussitôt et se change en une acétone, donnant ainsi un exemple remarquable d'oxydation par l'action seule des alcalis.

» La forme du groupe $C(OH)(AzO^2)$ est aussi celle des composés nitrés, dont M. Franchimont admet la production transitoire dans l'oxydation nitrique des alcools; les expériences que j'ai entreprises à ce sujet montrent que, dans un cas au moins, il est préférable de les envisager comme des éthers oxynitreux.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le Professeur A. Gautier, à la Faculté de Médecine de Paris.

» Pour vérifier cette manière de voir, j'ai cherché un mode de traitement des éthers nitriques qui permît, en liqueur alcaline, de constater leur dédoublement en azotites et en acétones ; j'y ai réussi en faisant usage, comme agent de saponification, de l'ammoniaque ; si l'on part d'un éther orthodinitrique, l'acide nitrotartrique ordinaire, par exemple, additionné d'une aldéhyde quelconque, on obtient, sous l'action de ce réactif, des composés β-pyrazoliques en tout semblables à ceux qui se forment dans les mêmes conditions avec les α-diacétones libres.

» La réaction s'effectue en traitant une solution aqueuse d'acide nitrotartrique par la quantité d'aldéhyde correspondante et un excès d'ammoniaque : la température s'élève, et, dans certains cas, entre autres avec l'aldéhyde ordinaire, il se sépare, après quelques minutes, une masse cristalline qui n'est autre que le sel ammoniacal d'un acide β-pyrazol 4-5 dicarbonique. Toujours on obtient l'acide libre, sous la forme d'un précipité cristallin, quand on sature la liqueur ammoniacale refroidie par l'acide chlorhydrique ; il se produit alors un dégagement d'acide nitreux, ce qui montre que l'acide nitrotartrique s'est comporté ici comme l'aurait fait l'éther dinitreux symétrique de l'acide dioxytartrique.

» D'ailleurs l'acide dioxytartrique donne naissance aux mêmes réactions, et l'on obtient aussi aisément les acides pyrazol-dicarboniques dont je viens de parler en portant à l'ébullition un mélange de dioxytartrate de sodium, d'aldéhyde et d'ammoniaque en excès : ils se déposent alors à l'état de sels de sodium peu solubles. Cette circonstance achève d'établir la transformation prévue de l'acide nitrotartrique en acide dioxytartrique et azotite d'ammonium sous l'action de l'ammoniaque.

» Je décrirai seulement les deux premiers termes de la série des acides β-pyrazol-dicarboniques, les seuls dérivés carboxylés connus jusqu'à présent des glyoxalines.

» *Acide β-pyrazol 4-5 dicarbonique* (*glyoxaline dicarbonique*) $C^5H^4Az^2O^4$. — Obtenu par l'aldéhyde méthylique en solution ammoniacale, ce corps offre l'aspect d'une poudre blanche composée de fines aiguilles ou d'octaèdres microscopiques. Presque insoluble dans l'eau, il donne des sels alcalins et alcalino-terreux peu solubles, quoique cristallisables ; les autres sels sont des précipités généralement amorphes : les dérivés monométalliques sont seuls bien définis :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	38,59	38,46
Hydrogène	3,02	2,56
Azote	17,85	17,95

» La distillation sèche le transforme intégralement en acide carbonique et glyoxaline (β-pyrazol) $C^3H^4Az^2$, ce qui établit la formule de structure suivante, conforme à la théorie :

$$\begin{array}{l} CO^2H-C-Az \\ CO^2H-C \quad CH. \\ \qquad\quad AzH \end{array}$$

» *Acide 2 méthyl β-pyrazol 4-5 dicarbonique* $C^6H^6Az^2O^4 + H^2O$. — Ce corps s'obtient par l'aldéhyde ordinaire avec une extrême facilité, l'acide tartrique pouvant en fournir environ 50 pour 100 de son poids. Peu soluble, même à chaud, il cristallise en belles aiguilles blanches, brillantes, qui ne commencent à se déshydrater que vers 130° et ne perdent complètement leur molécule d'eau qu'à 170°.

» Les sels monométalliques alcalins ou alcalino-terreux cristallisent aisément; ils sont fort peu solubles et ne renferment plus d'eau de cristallisation.

» La chaleur dédouble ce corps en glyoxaléthyline $C^4H^6Az^2$ et acide carbonique (trouvé, 46,42 pour 100; théorie, 46,81).

» Enfin l'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Eau	9,36	9,57
Carbone	38,12	38,30
Hydrogène	4,29	4,26
Azote	15,04	14,89

» On a préparé de la même manière, au moyen de l'aldéhyde amylique et de l'aldéhyde benzoïque, les acides isobutylglyoxaline-dicarbonique et phénylglyoxaline-dicarbonique; la réaction paraît donc générale, au moins en ce qui concerne les aldéhydes primaires à fonction simple : les différents corps qui en résultent seront décrits plus tard dans un Mémoire détaillé.

» Tous ces acides, évidemment bibasiques par constitution, ne semblent donner que des sels monométalliques. Cette particularité tient sans doute à la présence, dans leur molécule, du noyau pyrazol fortement basique, qui sature l'une des fonctions acides du produit; d'ailleurs, cette fonction basique est complètement masquée, et il a été impossible d'unir les acides glyoxaline-dicarboniques à l'acide chlorhydrique ou de préparer leurs chloroplatinates.

» La facilité extrême avec laquelle ils se transforment en glyoxalines donne un nouveau mode de préparation de ces bases qui est infiniment plus avantageux que les procédés classiques en usage.

» Je me propose d'étendre ces recherches aux différents éthers nitriques

de la série grasse et aussi d'étudier l'action des autres bases ammoniacales sur l'acide nitrotartrique ou ses analogues. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouvelles recherches sur la division des cellules embryonnaires chez les Vertébrés.* Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. Chauveau.

« Dans ses recherches sur la fécondation et la division cellulaire chez l'*Ascaris megalocephala*, M. Ed. van Beneden a appelé l'attention sur un élément particulier qu'il a désigné sous le nom de *sphère attractive* et qu'il considère comme un organe permanent de toute cellule au même titre que le noyau. Le savant professeur de Liège a reconnu que toute sphère attractive procède d'une sphère antérieure, que sa division précède celle du noyau cellulaire, et il fait jouer un rôle important au corpuscule central de la sphère attractive, corpuscule qui dirigerait la division du noyau et de la cellule. Les faits avancés par M. Ed. van Beneden ont été confirmés par M. Boveri chez le même *Ascaris*, par MM. Vialleton, Vejdowsky et Garnault chez d'autres Invertébrés et en partie seulement par MM. Rabl et Kölliker chez les Amphibiens.

» Les observations que j'ai faites, en employant une technique spéciale ([1]), m'ont permis de retrouver, dans les cellules de segmentation de l'œuf de la Truite, les sphères attractives (*archoplasma* de Boveri) avec leur corpuscule central (*centrosome* de Boveri), et d'en suivre l'évolution. Les cellules que j'ai examinées appartenaient à des germes en voie de segmentation, depuis le stade XVI jusqu'au moment de la formation de la couche enveloppante.

» Dans toutes les cellules, on trouve deux sphères attractives placées en général vis-à-vis de chaque extrémité du grand axe du noyau. Chaque sphère est formée par une petite masse de protoplasma très finement granuleux, renfermant en son centre un amas de granulations plus grosses et ayant pour les matières colorantes plus d'affinité que le reste du protoplasma : cet amas central constitue le centrosome. Autour de la sphère attractive, le protoplasma cellulaire présente une disposition rayonnante très nette.

([1]) Cette technique, que j'exposerai dans un Mémoire plus étendu, consiste essentiellement dans l'association du permanganate de potasse et de la safranine pour la coloration des pièces.

» Chaque sphère attractive est le centre de formation de l'aster, qui apparaît à chaque pôle du noyau avant toute modification de celui-ci, ainsi que je l'avais déjà établi en 1882. Pendant que se constituent l'amphiaster et le fuseau achromatique, dont les rayons vont pénétrer dans l'intérieur du noyau pour aller se fixer sur les chromosomes, les centrosomes subissent déjà une modification; chacun d'eux s'allonge perpendiculairement au grand axe de l'amphiaster.

» Après la division de la plaque équatoriale, le centrosome allongé de chaque aster se sépare en deux moitiés, qui s'éloignent l'une de l'autre, en restant unies pendant quelque temps par des filaments achromatiques très distincts et très pâles; les deux nouveaux centrosomes filles s'entourent d'une petite zone protoplasmique claire, de laquelle rayonnent de fines stries granuleuses, et deviennent ainsi les centres de deux nouvelles sphères attractives. Le système achromatique formé par les deux centrosomes, entourés de leurs sphères attractives, est contenu dans l'intérieur de l'aster dilaté, au milieu duquel viendra se reconstituer le noyau fille aux dépens des chromosomes. Le noyau fille n'est encore représenté que par les chromosomes indépendants dont l'ensemble constitue le dyaster de Flemming, alors que ses deux futures sphères attractives existent déjà toutes formées.

» A un stade plus avancé de la cytodiérèse, le noyau fille formé par les chromosomes, devenus vésiculeux et granuleux, vient se placer entre les deux sphères attractives filles, et, bientôt après, ce nouveau noyau entre en division.

» Mes observations confirment donc entièrement, pour les Vertébrés, celles de MM. Ed. van Beneden et Boveri, faites sur l'*Ascaris megalocephala*. Elles sont en contradiction avec celles de MM. Rabl et Kölliker sur un point : l'existence constante de deux sphères attractives et de deux centrosomes pour chaque noyau, tandis que ces auteurs admettent que la sphère attractive, unique dans la cellule à l'état de repos, ne se dédouble qu'au moment de la cytodiérèse. Cette contradiction peut s'expliquer, je crois, facilement.

» Il est important de remarquer, en effet, que, dans le germe de la Truite, la division cellulaire est très active, et que la période de repos de chaque cellule est de très courte durée. Or, on sait que si, dans la cytodiérèse normale, la division du corps cellulaire suit immédiatement la division du noyau, ces deux phénomènes, généralement liés l'un à l'autre, peuvent être indépendants, comme cela s'observe, par exemple, dans le

sac embryonnaire des Phanérogames et la parablaste des Poissons osseux. Il me semble logique d'admettre qu'il peut en être de même de la division de la sphère attractive et du noyau. Lorsque la cytodiérèse est active, les centrosomes et les sphères attractives se divisent de très bonne heure avant la reconstitution des noyaux filles; si, au contraire, une période de repos assez longue sépare deux diérèses successives d'une cellule, le centrosome et la sphère attractive restent indivis, pour ne se diviser que plus tard et déterminer la karyodiérèse ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les Crustacés des sebkhas et des chotts d'Algérie.* Note de MM. **Raphael Blanchard** et **Jules Richard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'exploration méthodique des lacs d'eau douce a fait connaître des faits si intéressants, relativement à la distribution géographique des animaux inférieurs, en particulier des Crustacés, qu'il était très désirable d'étendre les recherches de ce genre à des bassins intérieurs différant des premiers par la composition chimique de leurs eaux.

» Les lacs salés devaient attirer l'attention des naturalistes : leur abondance en Algérie et la facilité relative avec laquelle on peut actuellement les explorer nous ont déterminés à en aborder l'étude. On connaît déjà les Poissons qui vivent dans ces lacs; on sait aussi qu'il s'y trouve quelques Crustacés (*Phyllopodes*, *Cypris bispinosa*, etc.). Mais à cela se bornaient nos connaissances : on était donc en droit de supposer que, à côté de ces êtres de taille relativement considérable, il se trouvait toute une série de formes plus petites, qui avaient échappé jusqu'alors aux investigations. En effet, les nombreuses pêches au filet fin que nous avons pu faire dans le nord de la province d'Oran et dans la région saharienne qui s'étend de Biskra à Temacin, nous ont révélé l'existence d'une faune très variée et présentant un grand intérêt.

» L'analyse chimique des eaux que nous avons explorées a été faite déjà par plusieurs ingénieurs, notamment par M. Ville; il était donc superflu de recommencer cette étude. Mais, comme le degré de salure des sebkhas et des chotts subit de très grandes variations suivant la saison, il nous a semblé néanmoins indispensable de déterminer à quel degré de concentration se trouvaient les eaux au moment de la pêche. Dans ce but,

([1]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

nous avons fait usage d'un procédé permettant un dosage extemporané des chlorures.

» Il ne sera question ici que des Crustacés branchiopodes et copépodes. Dans un travail plus détaillé seront décrits tous les êtres qui peuplent ces eaux (Insectes, Ostracodes, Diatomées, etc.).

» Phyllopodes. — L'*Artemia salina* est très abondante dans la grande sebkha d'Oran et dans le lac de la Sénia; on la retrouve à Temacin, ville située à 680^{km} de ce premier point et à 385^{km} de Gabès, point maritime le plus proche. Le *Branchipus pisciformis*, qui se rencontre à Biskra, est nouveau pour la faune algérienne.

» Cladocères. — Des Crustacés de ce groupe ont été rencontrés dans le nord de la province d'Oran : *Daphnia magna*, dans le lac de Gharabas, près de Sainte-Barbe-du-Tlélat, et une espèce du genre *Moina*, dans le lac de la Sénia. Ces deux mêmes espèces se retrouvent à Biskra, en compagnie du *Macrothrix hirsuticornis*, d'une *Alona* et du *Chydorus Letourneuxi*; ce dernier n'était connu jusqu'à présent que de Tunisie. Dans le chria Tiyounin kébir, situé près de Sidi Yahia, à environ 150^{km} au sud de Biskra, nous trouvons, d'autre part, une *Daphnella* et une variété de l'*Alona tenuicaudis*.

» Copépodes. — Les résultats les plus intéressants de notre étude sont assurément relatifs à la distribution géographique des Copépodes, ainsi qu'à la découverte de plusieurs formes nouvelles.

» Les lacs de la province d'Oran ne renferment que le *Diaptomus salinus* et le *Mesochra Blanchardi*; ces deux espèces paraissent être très répandues, puisqu'on les retrouve dans diverses localités de l'Oued Rir et jusqu'à Temacin. Le *Diaptomus salinus* n'a été constaté jusqu'à présent qu'en Algérie et en Hongrie; dans ce dernier pays, il n'habite également que les eaux salées.

» Neuf autres espèces de Copépodes sont particulières à la région saharienne comprise entre Biskra et Temacin. Les *Cyclops pulchellus* et *diaphanus* vivent à Biskra. Le *Cyclops æquoreus*, espèce très rarement observée et connue seulement d'Angleterre et de Madère, a été rencontré à Nza ben Rzig, à près de 400^{km} de la mer : il se trouve donc dans des conditions bien différentes de celles où on l'a observé jusqu'ici, puisqu'il ne semblait vivre que dans des flaques d'eau de mer ou saumâtre, au voisinage immédiat de la mer. Un quatrième *Cyclops*, voisin du *C. strenuus*, a encore été rencontré à Chegga, à 51^{km} au sud de Biskra. Enfin un autre *Cyclops* accompagne la *Daphnella* dans le chria Tiyounin kébir.

» La famille des *Harpacticidæ*, représentée déjà en Algérie par le *Mesochra Blanchardi*, se voit augmentée de quatre espèces nouvelles pour la Science : ce sont, d'une part, un *Canthocamptus* provenant du chott de Sidi Yahia; d'autre part, un *Mesochra*, un *Laophonte* et un *Dactylopus* recueillis dans le chria Tiyounin kébir.

» Les genres *Laophonte* et *Dactylopus* n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans la mer. Il est intéressant de constater leur présence, non seulement dans les eaux salées ayant une composition très différente de celle des eaux de la mer, mais encore dans des localités très éloignées des côtes [1].

---

[1] A la liste qui précède, nous pouvons ajouter encore trois espèces de Phyllo-

» En résumé, à part quelques Phyllopodes, tous les Crustacés dont il est question dans la présente Note sont nouveaux pour la faune algérienne. Les recherches spéciales que nous résumons ici prouvent que la faune de notre grande colonie africaine est encore très imparfaitement connue, malgré les importants travaux dont elle a déjà été l'objet. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane*. Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Berthelot.

« L'emploi des matières colorantes en Anatomie végétale n'a pas fait jusqu'ici l'objet de recherches méthodiques. Bien que la liste des réactifs utilisés dans les études microscopiques s'accroisse chaque jour, l'absence de données précises sur leur composition, leurs propriétés chimiques, ainsi que sur les conditions de leur action, rend très aléatoires les vérifications des résultats annoncés.

» Dans les recherches que j'ai entreprises sur la membrane, je me suis proposé de comparer l'action des matières colorantes à leur composition chimique et de vérifier, par l'analyse chimique des tissus, les résultats fournis par les réactifs colorants. Je crois qu'en définissant rigoureusement la nature et le mode d'action de ces réactifs, on peut constituer une méthode d'analyse qualitative microscopique des tissus, destinée à remplacer les procédés de coloration empiriques employés maintenant dans les recherches anatomiques.

» Dans cette Note, je m'occuperai seulement de la fixation des réactifs colorants sur les substances fondamentales que j'ai distinguées dans la membrane dite *cellulosique* des végétaux [1] : *composés pectiques, callose, cellulose;* cette fixation ayant lieu, sans mordançage, dans un milieu neutre, alcalin ou acide.

» Les diverses matières colorantes de la série aromatique peuvent être divisées en deux catégories : l'une est formée de combinaisons dans lesquelles le colorant basique est uni à divers acides minéraux ou organiques; l'autre est constituée par des colorants acides employés à l'état de sels alcalins.

podes recueillies à Laghouat par M. le Dr Ch.-H. Martin, qui a bien voulu nous les transmettre. Ce sont : *Apus cancriformis*, *Branchipus pisciformis* et *Estheria Mayeti*. Cette dernière espèce n'était encore connue qu'en Tunisie.

[1] *Comptes rendus*, octobre 1889, mars 1890.

» Les substances de la première catégorie se fixent avec une énergie variable sur les composés pectiques et manifestent ainsi la fonction acide de ces composés; elles ne colorent pas la callose ni la cellulose. Je signalerai notamment les composés suivants : *groupe azoïque* : le brun vésuvien, la chrysoïdine; *groupe diphénylméthane* : l'auramine; *groupe triphénylméthane* : les bleus Victoria, le bleu de nuit, la fuchsine, le violet de Paris, le violet Hoffmann, etc.; puis tous les colorants du *groupe oxazine* : bleu de naphtylène, bleu de Nil; du *groupe thionine* : bleu de méthylène; du *groupe eurhodine* : rouge neutre; du *groupe safranine* : bleu neutre, phénosafranine, safranine extra, rosolane, rouge de Magdala. L'affinité de ces substances pour les composés pectiques est très inégale, d'ailleurs faible, car la présence d'un excès d'acide, de la glycérine, suffit pour amener plus ou moins rapidement la décoloration des tissus.

» La deuxième catégorie, formée de sels alcalins, renferme un grand nombre de substances qui ne colorent jamais les composés pectiques; par contre, beaucoup d'entre elles se fixent sur la cellulose et la callose et manifestent ainsi la basicité de ces derniers corps, basicité déjà connue et utilisée depuis longtemps en ce qui concerne la cellulose. Dans cette catégorie, deux groupes nous intéressent seulement : le groupe azoïque et le groupe triphénylméthane.

» Le *groupe azoïque*, abstraction faite de la chrysoïdine et du brun vésuvien, est formé principalement de sels alcalins parmi lesquels nous distinguerons trois types importants.

» Le premier type comprend les divers colorants contenant une seule fois le groupement azoïque, tels que le ponceau de xylidine dont la composition est exprimée ainsi

$$C^6H^3 \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^2 \\ Az = Az - C^{10}H^5 \left\{ \begin{array}{l} (3)OH \\ (SO^3Na)^2 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

A ce type se rattachent les ponceaux d'aniline, de cumidine, la naphtorubine, etc., ainsi que les diverses tropéolines dont la composition est un peu différente. Ces diverses substances colorent le protoplasma en jaune, mais elles n'ont aucune action sur la cellulose et la callose.

» Le deuxième type est formé de substances renfermant deux fois le groupement azoïque, telles que le rouge d'orseille A, dont la composition est

$$C^6H^3 \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^2 \\ Az = Az - C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^2 \\ Az = Az - C^{10}H^4 \left\{ \begin{array}{l} (3)OH \\ (SO^3Na)^2 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

A ce type appartiennent : l'orseilline BB, l'azorubine, le noir naphtol, les crocéines, etc. Ces matières colorent la cellulose dans un bain neutre ou légèrement acidulé ; elles n'ont aucune action sur la callose.

» Le troisième type renferme les colorants de la série benzidique, tels que le rouge Congo dont la formule est

$$\begin{array}{l} C^6H^4(4) - Az = Az(\beta)C^{10}H^5 \left\{ \begin{array}{l} (\alpha)AzH^2, \\ (\alpha)SO^3Na; \end{array} \right. \\ \quad | \\ C^6H^4(4) - Az = Az(\beta)C^{10}H^5 \left\{ \begin{array}{l} (\alpha)SO^3Na, \\ (\alpha)AzH^2. \end{array} \right. \end{array}$$

A ce type appartiennent le bordeaux extra, le congo GR, le congo-corinthe, la deltapurpurine G, le congo brillant G, qui résultent de l'action des composés sulfonés du naphtol sur la benzidine; l'azobleu, le congo-corinthe B, les benzopurpurines, les rosazurines, où la toluidine est substituée à la benzidine; l'azoviolet, les benzoazurines, l'héliotrope, où la dianisidine est substituée à la benzidine, etc. Ces colorants, précipités ordinairement par les acides, teignent directement la cellulose et la callose dans un bain neutre, ou mieux légèrement alcalin.

» Le *groupe triphénylméthane* n'offre pas de relations aussi nettes entre le pouvoir colorant et la composition chimique. On y distingue d'abord un grand nombre de corps formés par des chlorhydrates, sulfates, etc., qui teignent directement les composés pectiques, puis une série de sels alcalins que nous diviserons en trois groupes. Le premier groupe comprend la fuchsine acide, le violet acide, le bleu de Bayer, les bleus alcalins, etc., qui résultent de l'action respective de l'acide sulfurique sur la fuchsine, le violet de Paris 6B, le bleu de diphénylamine, le bleu d'aniline. Ces substances ne colorent pas la cellulose, mais certaines d'entre elles, les bleus solubles, les bleus de Bayer notamment, colorent la callose. La coloration est d'autant plus énergique que la sulfonisation est plus complète ; ainsi le bleu 6B, qui est un mélange où domine la triphénylrosaline trisulfonée, est le plus actif des bleus solubles.

» Le deuxième groupe de triphénylméthane est formé par les sels alcalins de l'acide rosolique, qui teignent directement la callose et la cellulose. Enfin le troisième groupe est formé par les *éosines* ou sels de fluorescéine, tels que l'éosine, l'érythrosine, la phloxine, qui colorent fortement les matières azotées, sans se fixer sur la callose ni sur la cellulose.

» L'indication des procédés opératoires, permettant d'obtenir avec les réactifs précédents des résultats très nets, exigerait des développements que l'exiguïté de cette Note ne comporte pas; j'en ferai l'objet de Communica-

tions ultérieures. J'ajouterai que, les diverses matières colorantes de la série aromatique se combinant avec les substances azotées, il est souvent indispensable, pour éviter les erreurs dues à la présence de ces dernières substances dans les tissus, de mélanger plusieurs réactifs appartenant à des catégories différentes : on obtient alors des colorations doubles très démonstratives. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la dilatation de la silice.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans un travail récent, M. Mallard a signalé l'existence de transformations dimorphiques des différentes variétés cristallines de la silice. D'après les analogies connues, il était permis de prévoir que ces changements d'état cristallin devaient être accompagnés de modifications brusques de toutes les autres propriétés physiques de ces corps. Je me suis proposé de le vérifier en étudiant, comme je l'avais déjà fait pour le quartz, la dilatation de la silice sous ses autres formes. Mes expériences ont porté sur la tridymite, la calcédoine calcinée à 1500° et le quartz calciné à 1600°.

» *Tridymite.* — Il n'existe pas, dans la nature, de tridymite massive qui puisse se prêter à de semblables expériences; j'ai pu me procurer, grâce à l'obligeance de M. Grobat, directeur de l'usine d'Assailly (Loire), une brique de quartz transformée spontanément en tridymite dans un four à acier. Le quartz chauffé à la température élevée de ces fours, que j'ai trouvée être de 1600°, se transforme, en quelques heures, en silice amorphe. L'action prolongée de la chaleur, en présence des gaz réducteurs, amène une nouvelle cristallisation de la silice, sous forme de tridymite. La brique qui m'a servi avait séjourné pendant un an dans un des carneaux d'arrivée de l'oxyde de carbone; elle était couverte d'un enduit noir, principalement formé de silicium. La composition de la masse intérieure était la suivante :

SiO^2	94
CaO	3
Fe^2O^3	2
Al^2O^3	1
	100

» Elle laissait rapidement dissoudre dans l'acide fluorhydrique faible

85 pour 100 de son poids; ce chiffre représente la proportion de tridymite réelle existant dans la brique. Le reste de la silice, moins facilement attaquable, devait être combiné aux bases.

» Les mesures de dilatation, effectuées sur une longueur de $0^{m},1$, ont donné les résultats suivants :

Température . .	15°	95°	130°	170°	245°	480°	590°	700°	900°	1050°
Dilatation	$0^{mm},0$	$0^{mm},16$	$0^{mm},22$	$0^{mm},42$	$0^{mm},62$	$0^{mm},95$	$1^{mm},02$	$1^{mm},09$	$1^{mm},07$	$1^{mm},05$

» Le rapprochement de ces nombres montre qu'il se produit, entre 130° et 170°, un changement brusque de longueur, d'environ $0^{mm},15$. J'ai admis dans le tracé de la courbe ci-après, pour le point de transformation, la température de 130° déterminée antérieurement par M. Mallard. On remarquera de plus, vers 750°, un maximum de dilatation; c'est là une anomalie singulière, qui n'avait encore été signalée pour aucun autre corps. Je me suis assuré, par des expériences plusieurs fois répétées, que c'est bien un maximum géométrique, et non un point anguleux qui correspondrait à un nouveau changement d'état.

» *Calcédoine calcinée.* — Pour me procurer de la silice amorphe massive, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Vogt, qui a bien voulu faire cuire à mon intention, dans les fours à porcelaine dure de Sèvres (1500°), des baguettes de calcédoine. La silice ainsi traitée se présente sous forme d'une masse blanche, poreuse, ne présentant aucune apparence de cristallisation. Sa densité est de 2,16. Les résultats suivants tendraient néanmoins à indiquer que cette variété de silice n'est pas amorphe, comme sembleraient le faire croire son aspect et sa non-activité sur la lumière polarisée. Les chiffres reproduits ici se rapportent à l'agate calcinée; le bois fossile a donné des résultats identiques :

Température . .	15°	95°	170°	245°	360°	650°	1050°
Dilatation	$0^{mm},0$	$0^{mm},06$	$0^{mm},20$	$1^{mm},23$	$1^{mm},29$	$1^{mm},40$	$1^{mm},53$

» On voit qu'il se produit, entre 170° et 245°, un changement brusque de dilatation, qui atteint 1^{mm}, soit 1 pour 100, et est, par suite, bien plus important que les changements analogues observés dans le quartz et la tridymite.

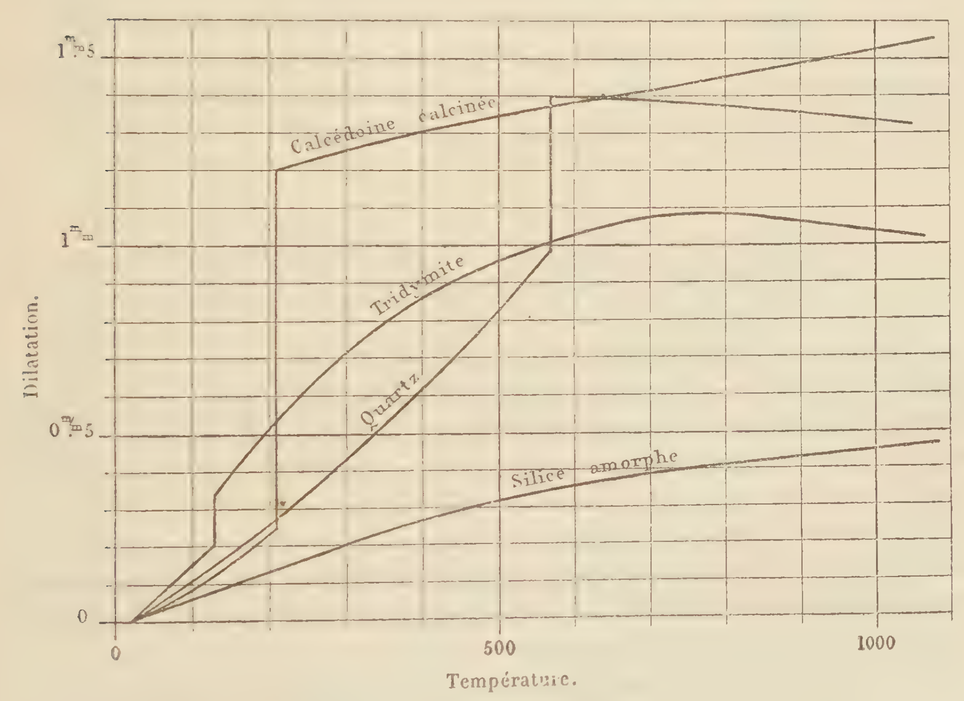
» Pour préciser plus exactement la température de transformation, j'ai déterminé la dilatation cubique de la matière, en l'enfermant dans la boule d'un thermomètre rempli d'acide sulfurique. J'ai trouvé ainsi la température de 210°.

» L'existence d'une semblable transformation ne permet guère de considérer comme amorphe cette variété de silice. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les corps solides ne conservent que d'une façon tout à fait exceptionnelle l'état amorphe, autrement dit vitreux. La plupart des corps considérés comme tels, les précipités chimiques par exemple, sont parfaitement cristallisés, mais leurs dimensions sont trop faibles pour que le microscope puisse déceler des formes géométriques ou des propriétés optiques quelconques.

» *Quartz calciné.* — Une troisième série d'expériences a porté sur de petits prismes rectangulaires, obtenus en agglomérant, avec 2 pour 100 de chaux, du quartz préalablement calciné au four à acier. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Température	15°	270°	570°	600°	990°
Dilatation	0^{mm}	$0^{mm},20$	$0^{mm},35$	$0^{mm},41$	$0^{mm},45$

Dilatation des différentes variétés de silice.



» La dilatation croît donc d'une façon continue avec la température, et sa valeur à 1000° est beaucoup plus faible que pour toutes les autres variétés de silice; elle est intermédiaire entre celles de la porcelaine et du

verre; matières toutes deux riches en silice et plus ou moins complètement amorphes. On est donc conduit à supposer que le quartz s'est réellement transformé en silice amorphe, sous l'influence d'une température élevée, d'un refroidissement brusque et de la présence de quelques centièmes de bases.

» Le Tableau ci-dessus traduit en courbes les résultats de ces expériences, dont j'ai rapproché les résultats antérieurement obtenus avec le quartz. On voit immédiatement que toutes les variétés de silice, y compris la silice amorphe, ne présentent, entre 600° et 1000°, que des changements de dimensions très faibles, tantôt positifs, tantôt négatifs. Le point de transformation se trouve, pour les silices à densité élevée (quartz et calcédoine), à une température notablement plus élevée que pour les silices à faible densité (tridymite et calcédoine calcinée).

» Le rôle important que ces anomalies de dilatation doivent jouer dans la fabrication des produits céramiques est trop évident pour qu'il y ait lieu d'y insister. Ces matières renferment toutes de 50 à 80 pour 100 de silice, qui peut se trouver à un quelconque de ses différents états. Dans la porcelaine seule, où la silice est rendue amorphe par une vitrification partielle, la dilatation est assez régulière pour permettre un accord suffisant de la pâte et de la couverte, et éviter ainsi les tressaillements. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la ménilite de Villejuif.* Note de M. **Auguste Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« On trouve à Villejuif, dans un lit de calcaire intercalé au milieu du gypse et de la marne, des masses irrégulières, blanches, assez dures, ayant l'aspect de rognons aplatis soudés entre eux, et qui portent à leurs surfaces des traits concentriques, indice de la stratification des marnes au milieu desquelles ils se sont concrétionnés.

» On donne à cette substance le nom de *ménilite*, en l'assimilant au minéral de Ménilmontant qui est, comme on le sait, composé essentiellement de silice hydratée, et que les minéralogistes ont, pour cette cause, classée dans le groupe des silices opales.

» L'échantillon de Villejuif, que j'ai analysé, est loin d'avoir cette composition, comme on le verra plus loin.

» Ce dernier minéral se compose de deux couches qui diffèrent d'aspect, quoique ayant la même composition.

» La partie centrale a une légère teinte gris jaunâtre; son grain est d'une grande finesse et rappelle le grain de la pierre lithographique. Cette partie centrale ne happe pas la langue; sa densité égale 2,469.

» La partie extérieure est blanche, son grain est moins fin; elle happe fortement la langue; sa densité a été trouvée 2,422.

» Enfin, cette dernière est recouverte à sa surface d'une légère couche d'une poudre blanche, très fine, assez adhérente, mais que l'on enlève facilement à l'aide d'un outil tranchant. La composition de cette poudre blanche est bien différente de celle des deux parties principales, elle se rapproche, en effet, de la composition de la ménilite de Ménilmontant.

» J'ai groupé, dans le Tableau qui suit, l'analyse des trois parties qui constituent la prétendue ménilite de Villejuif :

	Poudre blanche.	Partie extérieure.	Partie intérieure.
Silice soluble dans la potasse	36,45	9,18	8,00
Silice insoluble dans la potasse	44,32	10,40	14,28
Carbonate de chaux	8,00	75,48	73,82
Carbonate de magnésie	traces	1,82	1,61
Sulfate de chaux	traces	traces	traces
Peroxyde de fer	0,92	1,04	0,94
Eau	10,31	2,07	1,29
	100,00	99,99	99,94

» Ces analyses démontrent la différence qui existe entre la ménilite de Ménilmontant et le rognon de Villejuif que j'ai examiné. Ce dernier n'est en réalité que du calcaire silicifié par environ $\frac{1}{5}$ de son poids de silice hydratée. Il diffère également de la ménilite de Villejuif qu'a analysée M. Damour (¹) et qui est beaucoup plus magnésienne. Ces concrétions, bien que d'un aspect uniforme, présentent donc des compositions assez diverses. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la prévision des tempêtes, par l'observation simultanée du baromètre et des courants supérieurs de l'atmosphère.* Note de M. G. **Guilbert**, présentée par M. Mascart.

« On sait que les différents météores aqueux se succèdent dans un certain ordre, qui amène, dans un ciel pur et vers l'anticyclone, *les cirrus d'a-*

(¹) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VII, p. 66 et 239; 1884.

bord, puis les cirro-cumulus, le pallium et enfin les nimbus partiels ou orageux. Ces nuages constituent un ensemble remarquable, que je désigne sous le nom de *succession nuageuse.*

» Bien reconnue, bien étudiée, considérée comme un phénomène naturel, distinct, ayant ses lois particulières, la succession nuageuse peut servir d'unique base dans la prévision du temps local; mais son objectif doit être plus étendu et il devient alors indispensable d'aborder simultanément l'examen des *dépressions barométriques.*

» Dans cette étude, deux cas principaux peuvent se présenter :

» Premier cas. — *La succession nuageuse et la dépression barométrique sont d'accord :* on voit les cirrus survenir au début de la baisse du baromètre, le pallium pluvieux accompagner le passage du centre, et les averses suivre avec hausse considérable du baromètre.

» Second cas. — *La concordance n'existe plus,* et l'on peut constater l'élévation progressive de la pression atmosphérique, malgré le passage des cirrus et des cirro-cumulus, ou bien la baisse du baromètre a lieu tandis que les averses surviennent.

» Les deux phénomènes paraissent alors n'avoir aucun rapport précis entre eux.

» Or ce fait présente une importance capitale au point de vue de la prévision du temps, et l'expérience acquise par l'observation d'une multitude de cas semblables permet d'établir les règles suivantes :

» 1° Lorsque la succession nuageuse et la dépression barométrique présentent un accord complet, *le gradient ne se forme pas* et, par conséquent, les vents restent faibles ou modérés, quelles que soient l'intensité et la rapidité de la baisse du baromètre.

» 2° Au contraire, si la succession nuageuse et la dépression offrent dans leur marche respective un défaut de concordance, *le gradient s'accentue* et de forts vents en sont la conséquence.

» Et sous une forme plus concise encore, on peut dire :

» Accord des deux phénomènes, *point de vent.*

» Défaut de concordance, *vent fort* et d'autant plus redoutable que le désaccord aura été plus grand.

» Dans ce principe, très simple, réside toute une nouvelle méthode de prévision des tempêtes, méthode qui offre les plus grandes différences, *et dans ses moyens d'application et dans ses résultats,* avec la méthode isobarique, seule employée aujourd'hui dans le monde entier.

» Ainsi, d'un seul point, situé sur les côtes ouest, un observateur *isolé,*

privé de toute communication télégraphique, peut établir la prévision du temps pour une grande partie de l'Europe. Il *peut*, en outre, *déterminer la vitesse de translation du centre des bourrasques*, vitesse que *rien* encore jusqu'à ce jour n'a permis de faire présumer; si une dépression se présente à l'ouest de l'Irlande ou de la Bretagne, l'examen des Cartes isobariques ne permet pas d'indiquer si le centre demeurera stationnaire ou s'il devra se trouver le lendemain matin vers le Pas-de-Calais ou sur l'Allemagne.

» Au contraire, le principe qui nous permet la prévision des tempêtes nous servira de même à prévoir la vitesse du centre.

» Dans le premier cas, accord de la succession nuageuse et de la dépression correspondante, *la vitesse du centre sera en raison directe de la vitesse de la succession nuageuse.*

» Dans le second cas, cette règle doit se modifier profondément, et alors *la vitesse du centre sera d'autant plus grande que la dépression se présentera avec un plus grand retard par rapport à la succession nuageuse.* »

M. **J. Léotard** transmet une observation de la comète Brooks, faite le 10 juillet à l'observatoire de la Société Flammarion de Marseille.

M. **Alph. Basin** adresse une Note sur les générateurs de vapeur.

M. **G. Deneuville** adresse une Note relative aux moyens à employer pour détruire la *toile* (*Æthalium septicum*) des serres à multiplication.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juillet 1890.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome IV (1887) au Tome VII (1890). Paris, Gauthier-Villars et fils; 4 vol. gr. in-8°.

Atlas statistique graphique de la ville de Paris. I. Année 1888. (Publié par

la Préfecture du département de la Seine.) Paris, G. Masson, 1889; in-f°.

Bulletin de la Société de l'industrie minière. Troisième série. Tome III. 4e livraison, 1889. (Congrès international des Mines et de la Métallurgie. Travaux du Congrès). Saint-Étienne, au siège de la Société; vol. in-8° et un Atlas.

Comptes rendus des séances de la neuvième Conférence générale de l'Association géodésique internationale et de la Commission permanente, réunies à Paris du 3 *au* 12 *octobre* 1889, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. 1890; in-4°.

Annales du musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées aux frais de la Ville sous la direction de M. le prof. A.-F. Marion. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine.* Tome I. 1re et 2e Partie. Marseille, J. Cayer, 1882-1883; 2 vol. in-4°.

Cinq Traités d'Alchimie des plus grands philosophes, traduits du latin en français par Alb. Poisson. Paris, Bibliothèque Chacornac, 1890; 1 vol. in-12.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, rédigées par J. Bosscha, etc. Tome XXIV. 2e et 3e livraison. Harlem, les Héritiers Loojes, 1890; in-8°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft. Tome V, 1890, 3e et 4e livraison. Leide, E.-J. Brill, 1890; in-4°.

Le Opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia. Volume I. Firenze, G. Barbera, 1890; 1 vol. in-4°.

Achille Corsetti. — *La intelligenza degli animali bruti, la intelligenza, la ragione ed i doveri dell' uomo.* Roma, 1890; vol. in-8°.

Illustrationes Floræ insularum maris Pacifici; auctore E. Drake del Castillo. Fasc. sextus. Parisiis, venit apud G. Masson, 1890; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Mathematical and physical papers. Volume III. *Elasticity, Heat, Electromagnetism; by* sir William Thomson. London, C.-J. Clay and sons, 1890; 1 vol. in-8°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers, with other selected and abstracted papers. Vol. C; by James Forrest. London, published by the Institution, 1890; 1 vol. in-8°.

Records of the geological Survey of India. Vol. XXIII, Part II, 1890. Calcutta; br. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 juillet 1890.)

Note de M. *Blake,* Sur une action physiologique des sels de thallium.

Page 59, ligne 17, *au lieu de* 131, *lisez* 31.